

UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD - LYON 1

U. E. R. DE MÉDECINE LYON NORD

Année 1976 - N° 343

**Utilisation du bilan hémodynamique ultrasonographique
(effet Doppler)
dans le diagnostic et la surveillance
de l'Ischemie cérébrale d'origine carotidienne**

THESE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - **LYON**

et soutenue publiquement le 22 Septembre 1976

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

MIGNOT Patrice

né le 31 Juillet 1950

à CONDRIEU (Rhône)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553602_0026

UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD - LYON 1

U. E. R. DE MÉDECINE LYON NORD

Année 1976 - N° 343

**Utilisation du bilan hémodynamique ultrasonographique
(effet Doppler)
dans le diagnostic et la surveillance
de l'Ischemie cérébrale d'origine carotidienne**

THESE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON

et soutenue publiquement le 22 Septembre 1976

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

MIGNOT Patrice

né le 31 Juillet 1950

à CONDRIEU (Rhône)

1911

Utilisation des sifflons à vapeur

(after Douglas)

donc le diagnostic et la surveillance

de l'économie d'énergie



1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

8, avenue Rockefeller

69373 LYON CEDEX 2

TABLEAU DU PERSONNEL DE L'UNIVERSITE

Président de l'Université : Professeur D. GERMAIN

Premier Vice-Président : Professeur E. ELBAZ

Deuxième Vice-Président :

Troisième Vice-Président :

=====

Secrétaire Général : M. RAMBAUD

=====

UNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE DE L'UNIVERSITE

MEDECINE Grange-Blanche : Directeur : Docteur SALLE (M.C.A.)

Alexis-Carrel : Directeur : Professeur C. GIROD

Sud-Ouest : Directeur : Professeur J. ROBERT

Lyon-Nord : Directeur : Professeur J.P. GARIN

Directeur Honoraire : Professeur A. BERTOYE

BIOLOGIE HUMAINE : Directeur : Professeur J.C. CZYBA

TECHNIQUES DE READAPTATION : Directeur : Docteur A. MORGON (M.C.A.)

SCIENCES PHARMACEUTIQUES : Directeur : Professeur ODDOUX

SCIENCES ODONTOLOGIQUES : Directeur : Docteur R. VINCENT

INSTITUT REGIONAL D'EDUCATION PHYSIQUE et SPORTIVE :

Président du Conseil de l'U.E.R. : Professeur R. GUILLET

Directeur : M. MILLON A.

MATHEMATIQUES : Directeur : Professeur BUCHWALTER

PHYSIQUE : Directeur : Professeur R. UZAN

CHIMIE et BIOCHIMIE : Directeur ; Professeur J. HUET

SCIENCES DE LA NATURE : Directeur : Professeur J. BRUN

SCIENCES PHYSIOLOGIQUES : Directeur : M. FONTANGES R. (M.C.A.)

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE n° 1 : Directeur : Professeur POUYET
B.

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE n° 2 : Directeur : J. GALLET

Directeur E.N.S.A.M.

OBSERVATOIRE : Directeur : Professeur BIGAY J.H.

PHYSIQUE NUCLEAIRE : Directeur : Professeur SARAZIN A.

MECANIQUE : Directeur : Professeur MATHIEU J.

=====

Composition du Jury examinateur de la Thèse :

Président : Professeur G.E. ALLEGRE

Assesseurs :

Professeur G. AIMARD

Professeur Agrégé A. GOUTELLE

Professeur Agrégé R. DUQUESNEL

A JOSY
Avec tout mon Amour

A mes Beaux-Parents
En témoignage de mon Affection

A mes Frères et Soeurs

A Christian REY et Georges MELLIER
En souvenir de notre Amitié complice

Au Docteur Bernard HERNETTE
Dont l'Amitié m'est si précieuse

A tous mes Amis

A notre Maître et Président de Thèse
Le Professeur G.E. ALLEGRE,

Nous fûmes externe dans son service et nous avons eu le plaisir d'apprendre à ses côtés, dans une ambiance particulièrement agréable.

Nous sommes très flatés qu'il ait bien voulu juger ce travail.

Qu'il trouve ici l'expression de notre respectueuse considération.

A nos Juges :

Monsieur le Professeur G. AIMARD,

Nous sommes très honorés qu'il ait bien voulu accepter de juger ce travail.

Qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect.

Monsieur le Professeur Agrégé A. GOUTELLE,

Il nous a confié ce travail. Sa très haute valeur dans le domaine de la pathologie carotidienne rend ses critiques particulièrement précieuses. La chaleur de son accueil et la facilité de son abord ont rendu particulièrement agréables les entretiens que nous avons eu ensemble.

Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Monsieur le Professeur Agrégé R. DUQUESNEL,

Il nous a fait bénéficier de sa compétence de radiologue pour juger ce travail.

Qu'il trouve ici l'expression de notre sincère reconnaissance

Au Docteur R. MILLERET,

Il fut le pionnier à Lyon de l'utilisation des ultrasons au niveau vasculaire périphérique, avec l'équipe du Professeur Pierre MARION. Nous avons pu bénéficier de ses nombreuses recherches dans ce domaine et par l'intermédiaire de ses travaux, de celles des autres auteurs Français et étrangers.

Qu'il soit assuré de notre reconnaissance.

Au Docteur G. PERRIN,

Il s'est intéressé le premier au problème. Sa grande compétence jointe à une bonne humeur constante, une patience extrême, et un optimisme dont il ne se départit jamais, nous a permis de mener à bien ce travail pour lequel il nous a constamment prodigué ses précieux conseils et son temps. Nous l'en remercions.

Aux Professeurs J. LECUIRE, L. MANSUY, P.F. GIRARD, M. DEVIC, B. SCHOTT et A. BEL, qui nous ont permis d'explorer les malades de leur service et d'avoir accès aux documents les concernant.

UTILISATION DU BILAN HEMODYNAMIQUE ULTRASONOGRAPHIQUE
(EFFET DOPPLER)
DANS LE DIAGNOSTIC ET LA SURVEILLANCE
DE L'ISCHEMIE CEREBRALE D'ORIGINE CAROTIDIENNE



Appareil utilisé

ABREVIATIONS UTILISEES

- C.P.D. Carotide Primitive Droite
 - C.P.G. Carotide Primitive Gauche
 - C.I.D. Carotide Interne Droite
 - C.I.G. Carotide Interne Gauche
 - C.E. Carotide Externe
 - U.S. Ultrasons
 - R_d Index de résistance droit
 - R_g Index de résistance gauche
-

P L A N

I - HISTORIQUE

II - INTRODUCTION

A) Généralités

B) Rappel de physiologie

- les lois de l'écoulement à l'état normal
- la notion de résistance périphérique à l'écoulement
- le cas des artères athéromateuses
- l'application au système carotidien

III - L'ENREGISTREMENT PAR EFFET DOPPLER

A) Principe de la méthode et matériel

B) Réalisation pratique

C) Les résultats - normaux

- dans l'insuffisance circulatoire cérébrale

IV - NOS OBSERVATIONS

- 1) Tracés normaux
- 2) Sténoses sans inversion de flux
- 3) Sténoses avec inversion de flux
- 4) Oblitération avec inversion de flux
- 5) Athéromatose distale
- 6) Tracés post-opératoires
- 7) Tracés sans comparaison angiographique

V - DISCUSSION

Avantages et inconvénients de la méthode

La place du DOPPLER dans le dépistage et la surveillance

I - HISTORIQUE

L'ischémie cérébrale d'origine carotidienne est connue depuis longtemps :

- tant sur le plan de la clinique : que ce soient les accidents ischémiques transitoires et répétitifs évocateurs, scènes les plus fréquentes, ou les accidents vasculaires cérébraux peu ou non résolutifs, ou encore des tableaux sémiologiques plus variés (mais plus rares) tels que crise d'épilepsie, troubles psychiques, etc...

- que sur celui de l'anatomopathologie : l'athérosclérose représente la cause essentielle des atteintes carotidiennes, le siège le plus fréquent de la plaque étant l'origine de la carotide interne.

- . Sa place dans l'étiologie de l'insuffisance circulatoire cérébrale est reconnue prépondérante par tous les auteurs.

- . La chirurgie désobstructive est bien codifiée depuis la première intervention (Rickering et Rob en 1953 - Grande Bretagne) et a fait l'objet d'un rapport au 75ème congrès de chirurgie de Paris en septembre 1973 par A. GOUTELLE, NATALI, CARON, THEVENET.

- . Les auteurs successifs ont bien montré l'importance des indications chirurgicales dans les résultats de cette chirurgie désobstructive.

- . Dans les moyens d'investigations, plusieurs étapes ont été successives :

- la clinique,
- la radiologie, essentiellement l'artériographie qui permet de visualiser la lésion anatomique,
- les études hémodynamiques à la recherche de la détermination du débit sanguin cérébral :

- Que ce soient - l'appréciation des différences artérioveineuses en O_2 (HIMWICK, KETY et SCHMIDT) (1),
- ou l'emploi de débitmètres électromagnétiques (KRISTENSEN et KROG) (5),
- ou l'étude de mesure de débit par l'emploi d'indicateurs inertes non diffusibles Xenon 133 (GREIST et CRONQUIST, LAZORTHES) (3)

- ou diffusible N₂O (KETY et SCHMIDT) (1),
- la thermographie de la face (46),
 - enfin, les ultra-sons.

La première application des ultra-sons à l'étude de la circulation sanguine remonte à 1961 où les premiers travaux furent ceux de D. FRANKLIN et Collaborateurs aux U.S.A. (21). Plus tard, au Japon, il faut citer les travaux de MIYAZAKI (6) et en France, ce sont les travaux de L. POURCELOT et son équipe à TOURS (40)(41)(42)(43)(44)(45)(46)(47)(48) depuis 1963 d'une-part, et ceux de J. DESCOTES et R. MILLERET depuis 1970 à LYON d'autre-part (28). Enfin, il faut citer les travaux de H.R. MULLER (37)(38)(39) en Suisse et de Kristensen (29) en Suède.

II - INTRODUCTION

A - GENERALITES

La fréquence des accidents vasculaires cérébraux, la durée de leur récupération bien souvent incomplète et surtout leurs récides presque toujours certaines, invitent à examiner avec attention toute technique pouvant amener au diagnostic précoce et, si possible, à la prévention de cette affection. Mais ce diagnostic précoce est difficile à poser, car bien que l'accident ischémique transitoire oriente d'abord vers une atteinte carotidienne, au niveau carotidien proprement dit, l'expression clinique d'une sténose c'est-à-dire le souffle carotidien, traduit DEJA une atteinte sévère.

Par contre, il semble que les anomalies hémodynamiques au niveau des gros vaisseaux puissent être décelées par l'effet Doppler dès le début de l'atteinte athéromateuse et avant toute expression clinique.

Les tracés hémodynamiques que nous avons enregistrés, chez des malades présentant tous les stades évolutifs de la plaque athéromateuse, nous permettent de définir les éléments du diagnostic ultrasonographique de l'existence de cette plaque.

De plus la comparaison des données cliniques, artériographiques et enfin chirurgicales (aspect de la plaque et valeurs des débits locaux mesurés en per-opératoire) avec celles des tracés ultrasonographiques, nous permettent de définir la place de l'examen hémodynamique par effet Doppler dans le moyen du diagnostic de l'ischémie cérébrale d'origine carotidienne.

Enfin, par l'étude des différentes techniques possibles de mesure de débit sanguin publiée dans la littérature, nous essaierons de préciser les avantages et les inconvénients de l'examen ultrasonographique par rapport aux autres méthodes.

.../...

B - RAPPELS DE PHYSIOLOGIE

La pression artérielle n'a pour but que d'assurer un débit sanguin suffisant au niveau des organes et ceci pour satisfaire leurs besoins métaboliques.

Or l'écoulement sanguin dans une artère, se fait selon les lois de la mécanique des fluides :

La loi de Poiseuille fait apparaître que la pression dans l'aorte et ses branches immédiates (dont la carotide primitive et la carotide interne qui lui font suite) est donnée par la relation :

$$\Delta P = \frac{Q \times 8 L N}{\pi R^4}$$

où Q = débit sanguin

L = longueur du vaisseau considéré

N = viscosité du sang

R = diamètre du vaisseau

Par ailleurs, la vitesse d'écoulement est donnée par la relation :

$$v = \frac{\Delta P \times R^2}{8 L N}$$

et se trouve être directement proportionnelle au gradient de pression en particulier

Or, à l'origine du système artériel, le débit sanguin est celui du ventricule gauche, c'est-à-dire qu'il est INTERMITTENT, la pompe ventriculaire ne débitant qu'au moment de la systole. On doit donc enregistrer des variations de pressions (et donc de vitesse) systolo-diastoliques au niveau des gros troncs artériels ; la pression est maximum au moment de la systole, minimum au moment de la diastole. Mais cette pression diastolique n'est pas nulle, ceci en raison de l'élasticité des artères. En effet :

- Lors de la systole, les gros troncs se dilatent en emmagasinant une certaine quantité d'énergie,
- Lors de la diastole, les artères reviennent à leur diamètre normal et assurent la progression de l'onde sanguine en libérant l'énergie emmagasinée lors de la systole.

En Résumé, il y a donc deux composantes de la vitesse d'écoulement de l'ondée sanguine :

- une composante "systolique", périodique ou flux systolique qui résulte de la poussée ventriculaire,
- une composante "diastolique" ou "composante de fond" ; le flux diastolique.

Mais la vitesse d'écoulement fait aussi intervenir la notion de résistance périphérique dont elle dépend directement ; en effet, l'existence ou la non existence d'un flux diastolique résulte de la présence ou non de ces résistances périphériques :

. Dans la carotide interne qui vascularise un territoire de faible résistance (le cerveau) il y a un flux diastolique important car la pression pariétale nettement supérieure à cette résistance permet la progression de l'ondée sanguine lors de la diastole,

. Au contraire, dans la carotide externe qui vascularise un territoire à haute résistance périphérique (peau et muscles de la face) il n'y a pas ou presque pas de progression de l'ondée sanguine lors de la diastole.

. QUE SE PASSE-T-IL DANS LE CAS D'UNE ARTERE ATHEROMATEUSE ?

Dans ce cas là, l'élasticité artérielle est nettement diminuée, voire nulle et le flux diastolique en sera d'autant diminué.

Par ailleurs, expérimentalement, l'existence d'une sténose sur une artère provoque sur le plan hémodynamique :

. une chute des débits systoliques en aval de la sténose et diastolique en amont et en aval,

. Des phénomènes de turbulence exagérés avec nette accélération de l'ondée sanguine au niveau de la sténose (N.B. il y a à l'état normal, des phénomènes de turbulence, mais moindres, au niveau de la bifurcation carotidienne en particulier).

. Dans le cas du système carotidien, l'existence d'anastomoses entre système carotide externe et carotide interne, permet de suppléer, du moins en partie, au déficit des flux du vaisseau sténosé. Cette anastomose unit l'artère ophtalmique (branche collatérale de la carotide interne) à la terminaison de l'artère faciale qui est l'artère angulaire de l'oeil d'une-part, et à l'artère ethmoïdale, branche de la maxillaire interne d'autre-part (c.f. schéma).

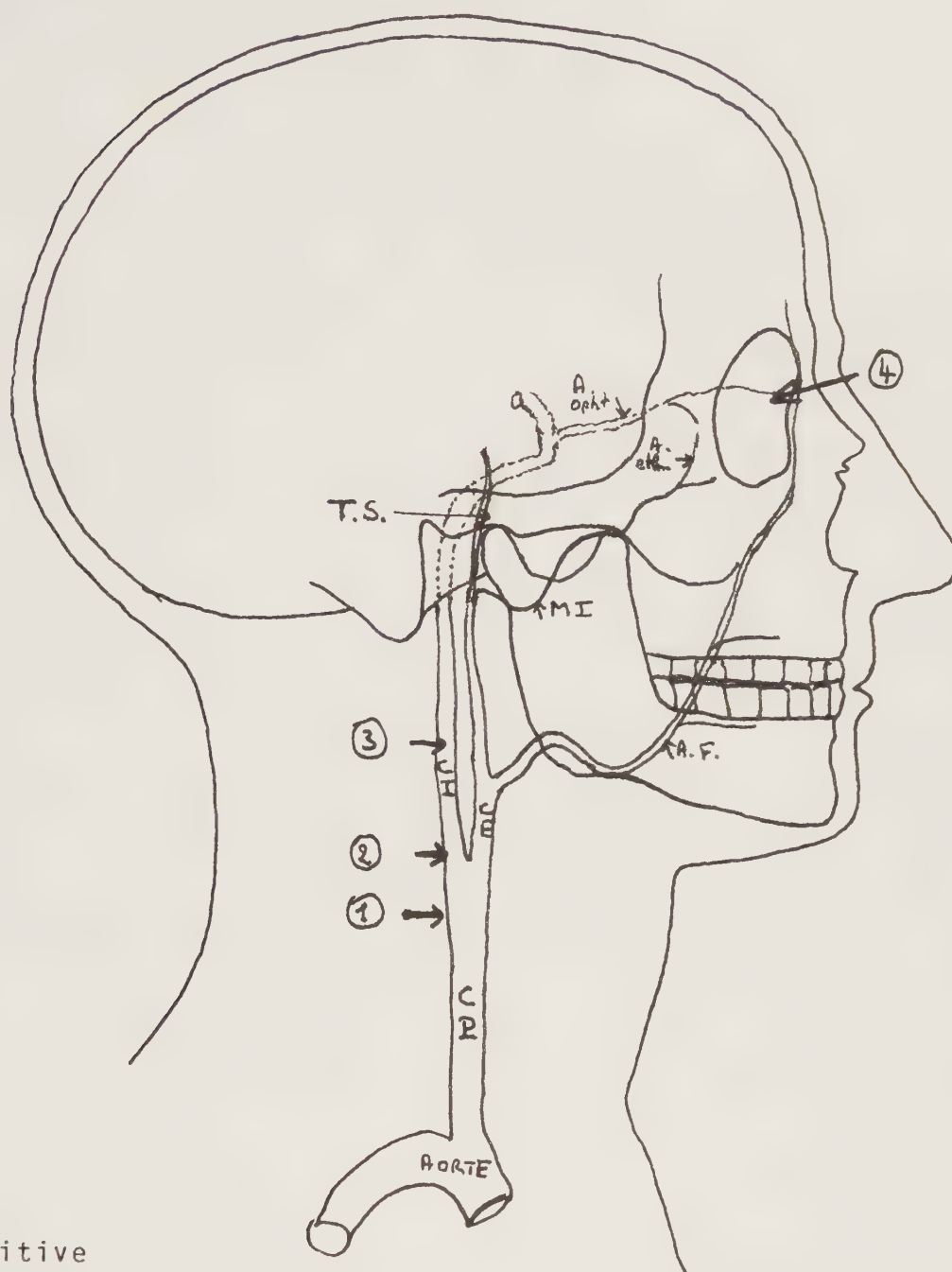
A l'état normal, le système carotide interne étant un circuit de "haute pression" du fait de la faible résistance circulatoire cérébrale, et le système carotide externe étant un circuit de moyenne ou basse pression du fait de la résistance périphérique plus haute, le sens PHYSIOLOGIQUE du courant sanguin au niveau de l'artère ophtalmique se fait des hautes pressions vers les basses pressions donc dans le sens carotide interne → carotide externe.

Au contraire, dans le cas d'une sténose de la carotide interne (en amont de l'origine ophtalmique) il y a chute de cette "haute pression" d'autant plus importante que la sténose est plus serrée, et avec, pour corollaire, possibilité d'inversion du flux ophtalmique physiologique quand la pression dans la carotide externe devient supérieure à celle de la carotide interne.

Dans ce dernier cas, la manoeuvre de compression de l'artère temporale superficielle (branche de la carotide externe) annule la pression dans le territoire de la carotide externe et alors le flux ophtalmique redevient temporairement normal. Il va de soi que la sténose de la carotide interne, en aval de l'origine ophtalmique, ne modifie pas le flux dans cette artère.

RAPPELS ANATOMIQUES SIMPLIFIES

PRINCIPAUX POINTS D'ENREGISTREMENT DOPPLER



LEGENDES :

- .P. carotide primitive
- .I. carotide interne
- .E. carotide externe
- .I. maxillaire interne
- .F. artère faciale
- .S. temporale superficielle
- opht. artère ophtalmique
- ethm. artère ethmoïdale

POINTS D'ENREGISTREMENT DOPPLER

1. carotide primitive
2. bifurcation carotidienne
3. carotide interne
4. artère ophtalmique

III - L'ENREGISTREMENT PAR EFFET DOPPLER

A - PRINCIPE DE LA METHODE ET MATERIEL

Lorsque des ultra-sons se propagent dans les tissus du corps humain, on observe des réflexions de l'onde mécanique à son passage au niveau des diverses interfaces rencontrées. Si ces dernières sont immobiles, la fréquence des ultra-sons réfléchi est identique à celle des ultra-sons incidents. Par contre, en cas de déplacement de la structure ecogène, on note une variation de fréquence (effet Doppler) entre l'onde incidente et l'onde réfléchi, ce décalage de fréquence étant sensiblement proportionnel à la vitesse du réflecteur suivant l'axe du faisceau ultra sonore (*).

Les hématies étant capables de réfléchir les ultra-sons, il est possible d'appliquer ce résultat pour détecter instantanément la vitesse du sang dans les vaisseaux.

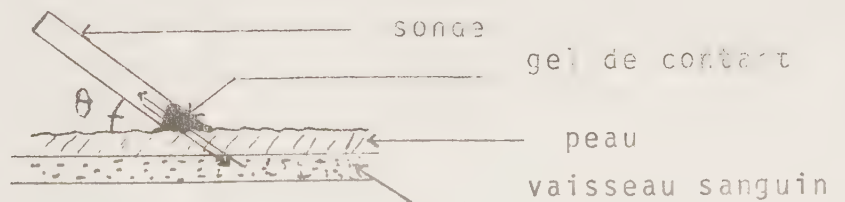
Une sonde crayon contenant l'émetteur et le récepteur d'ultra-sons est placée sur la peau en regard du vaisseau à examiner. Un gel de contact assure la propagation des ultra-sons de la sonde vers la peau. Les ultra-sons utilisés ont une fréquence de plusieurs méga Hertz. La différence de fréquence ΔF entre l'émission et la réception est transformée, grâce à un appareil électronique en un signal sonore étudié grâce à un casque ou à un haut parleur. La sonorité perçue est d'autant plus aigüe que la vitesse du sang dans le vaisseau examiné est plus grande.

.../...

(*) Rappel Théorique

Si $F(e)$ est la fréquence d'émission des U.S., $F(r)$ la fréquence de réception, θ l'angle d'incidence du faisceau U.S. par rapport à l'axe du vaisseau, c la vitesse de propagation des U.S. et celle du sang, la variation de fréquence ΔF par effet Doppler est donnée par la formule :

$$\frac{\Delta F}{F} = \frac{2 v \cos \theta}{c}$$



.../...

Les appareils actuellement développés fournissent simultanément la courbe de vitesse instantanée du sang sur un enregistreur graphique associé. Il est nécessaire d'employer un vélocimètre DIRECTIONNEL afin que la courbe enregistrée corresponde exactement au phénomène hémodynamique étudié et montre, en particulier, les éventuelles inversions de flux dans le circuit de suppléance (artère ophtalmique) dans les cas de sténose ou thrombose.

En Résumé, un appareillage à effet Doppler fournit simultanément :

- Un signal acoustique traduisant la vitesse d'écoulement,
- Le tracé de la courbe de vitesse,
- Le sens de l'écoulement sanguin (venant ou s'éloignant de la sonde).

B - REALISATION PRATIQUE

Les enregistrements sont effectués en plaçant la sonde successivement sur la carotide primitive, puis la carotide interne, l'angulaire de l'oeil (au niveau de l'anastomose avec l'ophtalmique). L'examen est fait à droit, puis à gauche.

Avant d'envisager en détail les études des tracés normaux et pathologiques, il convient de bien insister sur le fait qu'il s'agit d'une étude de VELOCIMETRIE SANGUINE, qui comme nous l'avons vu plus haut est un reflet fidèle du débit sanguin en un point localisé (dans la mesure toutefois où le niveau d'enregistrement ne se fait pas à l'endroit précis d'une sténose car il y a alors des phénomènes complexes de turbulence surajoutés qui faussent les données). AINSI, BIEN QUE CET EXAMEN NE PERMETTE PAS D'OBTENIR UN DEBIT QUANTITATIF, IL PERMET UNE APPRECIATION QUALITATIVE DE L'HEMODYNAMIQUE DU VAISSEAU ETUDIE.

C - LES RESULTATS

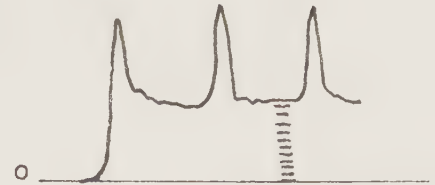
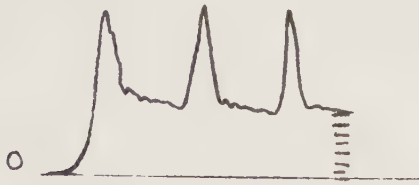
Sur toutes les courbes, la vélocité est inscrite "en ordonnée" le temps "en abscisse". La surface limitée par la courbe en haut et l'axe des abscisses en bas est proportionnelle au débit sanguin.

I - Chez le sujet normal

La résistance du tissu cérébral à la circulation est, nous l'avons vu, assez faible pour que la pression diastolique assure un certain débit :

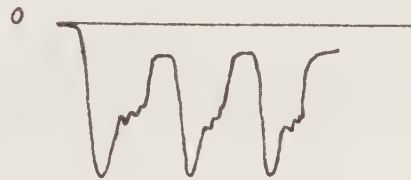
.../...

D'où, l'aspect caractéristique des courbes au niveau des carotides primitives et internes : au "pic" systolique fait suite un niveau diastolique qui ne s'annule pas (c.f. schéma).



Au niveau de l'artère ophtalmique, le sens physiologique du tracé est dirigé vers le bas sur la feuille d'enregistrement : en effet, la sonde "voit" arriver sur elle à ce niveau l'onde sanguine (alors qu'au niveau carotidien elle la "voit" s'éloigner).

D'où l'aspect du tracé :



N.B.= A ce sujet, il faut noter qu'il existe sur l'appareil une position dite "inverseur" qui permettrait de donner le tracé ophtalmique dans une présentation analogue à ceux des carotides. Cette position est employée par de nombreux auteurs. Pour notre part, nous avons gardé le sens physiologique.

II - Les tracés dans les troubles circulatoires cérébraux d'origine carotidienne

1 - Définition de l'index de résistance (R) : L. POURCELOT

L'index de résistance circulatoire se définit comme étant la proportion de flux systolique dans le flux total maximum au niveau de la carotide primitive

Ainsi si A = flux maximum
D = flux diastolique

On a

$$R = \frac{A - D}{A}$$

.../...

Les valeurs de R pour les sujets normaux sont celles comprises entre 0, 55 et 0, 75

$$0, 55 \leq R \leq 0, 75$$

Si $R < 0, 55$: La résistance est anormalement faible et révèle la présence de shunts, ce qui est le cas dans les anévrismes artério-veineux et dans les angiomes.

Si $R > 0, 75$: Le flux cérébral est insuffisant et cela signifie sténose ou thrombose en AVAL du point d'enregistrement ou athéromatose cérébrale diffuse ; si l'augmentation de R est unilatérale le tracé est en faveur de sténose ou thrombose du côté augmenté ; si l'augmentation est symétrique des deux côtés le tracé signe l'athéromatose diffuse.

A noter enfin qu'une asymétrie gauche-droite des index de résistance, même lorsque ces valeurs sont incluses dans la plage normale, doit faire suspecter un trouble vasculaire (plaque, sténose ou thrombose).

2 - Identification des carotides interne et externes.

C'est une étape capitale ; les critères d'identification sont les suivants :

. Critère anatomique : quand on déplace la sonde juste au dessus de la bifurcation carotidienne, on rencontre successivement de l'intérieur vers l'extérieur, la carotide externe puis la carotide interne. Mais ce critère n'est pas absolu (variation d'un sujet à l'autre).

. Critère hémodynamique : l'absence de flux diastolique dans la carotide externe.

. Enfin, il est possible d'affirmer en cas de doute, que la sonde est bien placée sur la carotide externe (par exemple) surtout quand il s'agit de diagnostiquer l'absence de réponse de la carotide interne ; les manoeuvres sont les suivantes :

- effort de mastication
- compression de l'artère temporale superficielle

On observe une amputation du débit à l'arrêt de la compression ou de l'effort si la sonde est bien placée sur la carotide externe.

3 - Thrombose de la carotide interne.

En cas de thrombose de la carotide interne, les critères seront légèrement différents selon le niveau de l'oblitération par rapport à l'origine de l'artère ophtalmique.

. Si la thrombose a lieu en AMONT, ce qui est le cas le plus fréquent, les éléments du diagnostic seront les suivants :

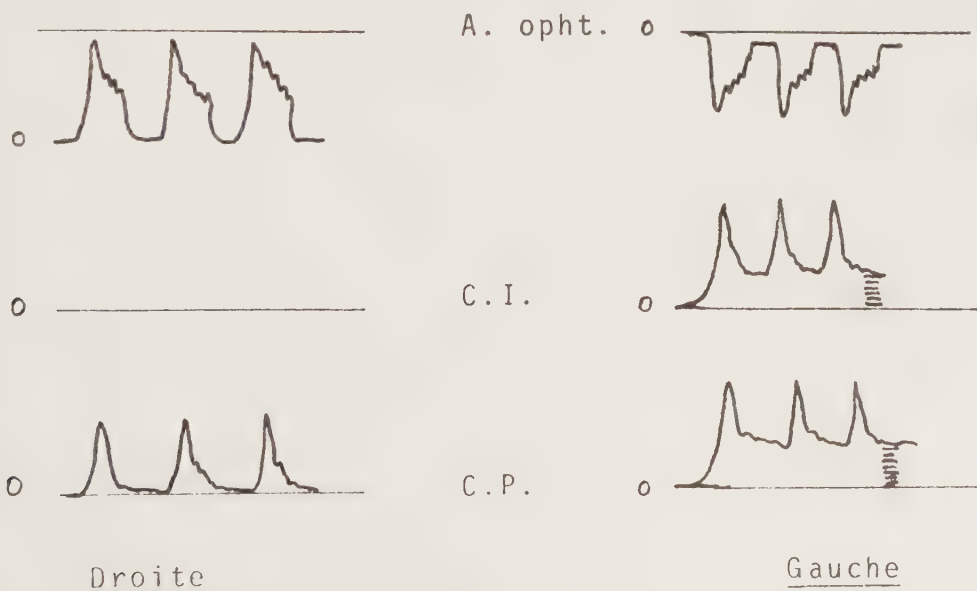
- diminution ou disparition du flux diastolique dans la carotide primitive,
- aucun débit dans la carotide interne,
- index de résistance supérieur à 0,75 du côté thrombosé,
- généralement, une inversion du flux ophtalmique.

Il faut noter toutefois que ce flux peut être temporairement absent dans les thromboses brutales récentes (L. POURCELOT) (40).

. Au contraire, si la thrombose a lieu en AVAL de l'origine de l'artère ophtalmique, les résultats de l'examen Doppler seront :

- diminution très importante du flux diastolique dans la carotide primitive,
- aucun débit ou débit extrêmement faible dans la carotide interne,
- mais un débit normal dans l'artère ophtalmique.

Exemple = Thrombose de la carotide interne droite en AMONT de l'Ophtalmique



4 - Sténose de la carotide interne.

Ici encore, se pose le problème de la localisation de la sténose par rapport au niveau de l'origine de l'artère ophtalmique :

a) Si la lésion est en AMONT, le tracé nous donnera :

- une diminution du flux diastolique du côté de la sténose dans la carotide primitive,
- un index de résistance R plus élevé du côté sténosé que du côté sain,
- un flux ophtalmique généralement perturbé, mais dont la direction peut être soit physiologique, soit inversée, ceci résultant du fait que la pression dans la carotide interne se trouve respectivement supérieure ou inférieure à celle de la carotide externe.

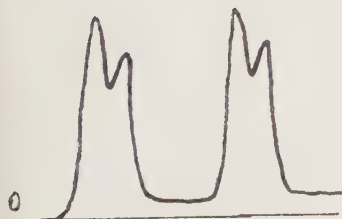
En cas d'inversion du flux, la compression de l'artère temporale superficielle définit le niveau de la sténose par rapport à l'ophtalmique comme étant en Amont lorsqu'il y a un rétablissement transitoire d'un flux ophtalmique normal.

- Enfin, au niveau de la sténose que l'on arrive à repérer parfois en déplaçant la sonde le long de la carotide, on perçoit à l'écouteur une importante turbulence ou une accélération locale, tandis que sur le tracé d'enregistrement on notera des grands pics systoliques caractérisés par leur forme "crochetée" (c.f. schéma) :

L'explication de cette forme "crochetée" est la suivante :

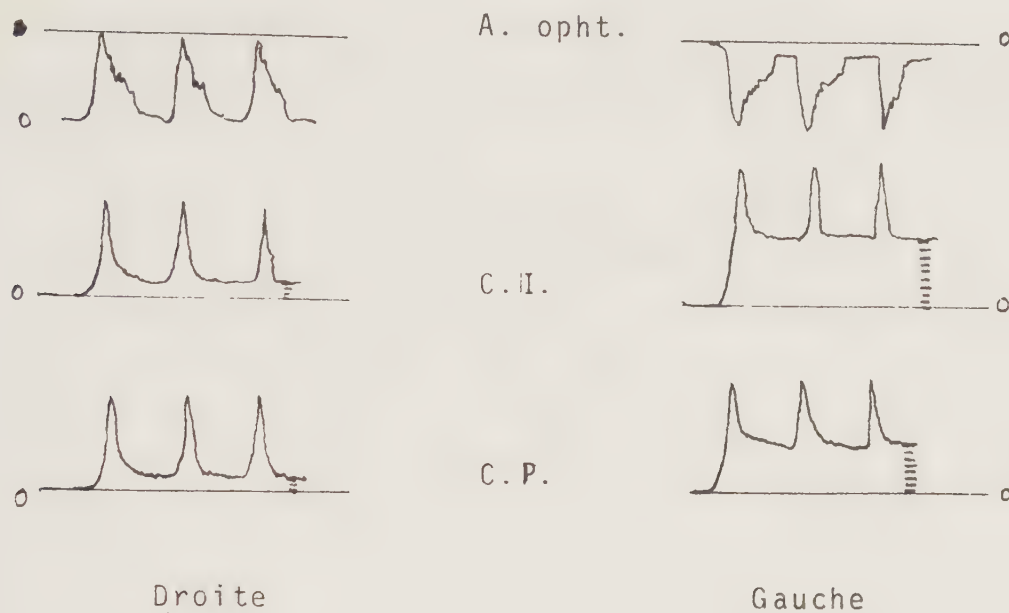
. le premier pic correspond, normalement, à l'arrivée de l'ondée sous la poussée systolique qui "bute sur la sténose.

. le deuxième pic résulte d'un phénomène "d'aspiration" locale secondaire à un gradient de pression d'autant plus élevé que la sténose est plus serrée.



.../...

- Exemple de tracé : Sténose de la carotide interne droite avec inversion de flux



b) Si la lésion est en AVAL de l'origine ophtalmique, les critères sont analogues sauf qu'il n'y a pas d'inversion de flux ophtalmiques.

Il est à noter que dans ce cas, le tracé Doppler ne nous permet pas de faire le diagnostic différentiel entre une sténose en aval de l'ophtalmique et une oblitération d'une artère intracérébrale telle que la sylvienne.

IV - NOS OBSERVATIONS

Notre étude a porté sur 34 malades ayant tous présenté, à l'exception de 2 cas de tracés normaux, des symptômes cliniques très évocateurs d'une ischémie cérébrale d'origine carotidienne.

L'intérêt de notre étude est représenté par le fait que nous comparons les résultats de l'examen ultra-sonographique à ceux de la clinique, de l'artériographie quand elle a pu être pratiquée et, pour les malades opérés, aux données des prises de pressions intra-artérielles et prises de débit "à ciel ouvert", réalisées en per-opératoire, grâce à une sonde débimétrique artérielle électromagnétique. Cette comparaison nous a permis d'apprécier la fiabilité de la méthode et, surtout, d'en poser les indications qui se trouvent à deux niveaux :

- Celui du diagnostic ou de la détection des lésions,
- Celui de la surveillance évolutive.

Mais ce point sera développé dans la discussion.

Enfin, nous signalons que nous avons dans quelques cas, seulement effectué des tracés Doppler au niveau vertébral mais nous n'en avons pas tenu compte, du fait de la plus grande difficulté d'enregistrement et d'interprétation à ce niveau.

I - TRACES NORMAUX

Obs. n° 1 : S... Jeanne

Patiente de 57 ans sans antécédents notables, hospitalisée pour bilan de vertiges prédominant à gauche. Au cours du bilan, un tracé Doppler est pratiqué au niveau vertébral et carotidien.

- * Ce tracé montre au niveau carotidien (c.f. tracé n° 1)
 - de bons flux systoliques et diastoliques des 2 côtés sans asymétrie.
 - $R_d = 0,62$
 - $R_g = 0,62$ donc normaux
 - pas d'inversion de flux ophtalmique ni de dysymétrie à ce niveau

Conclusion : tracé parfaitement normal

- * L'artériographie carotidienne bilatérale ne montre aucune lésion vasculaire.
- * Il y a donc parfaite concordance tracé Doppler-Artériographie.

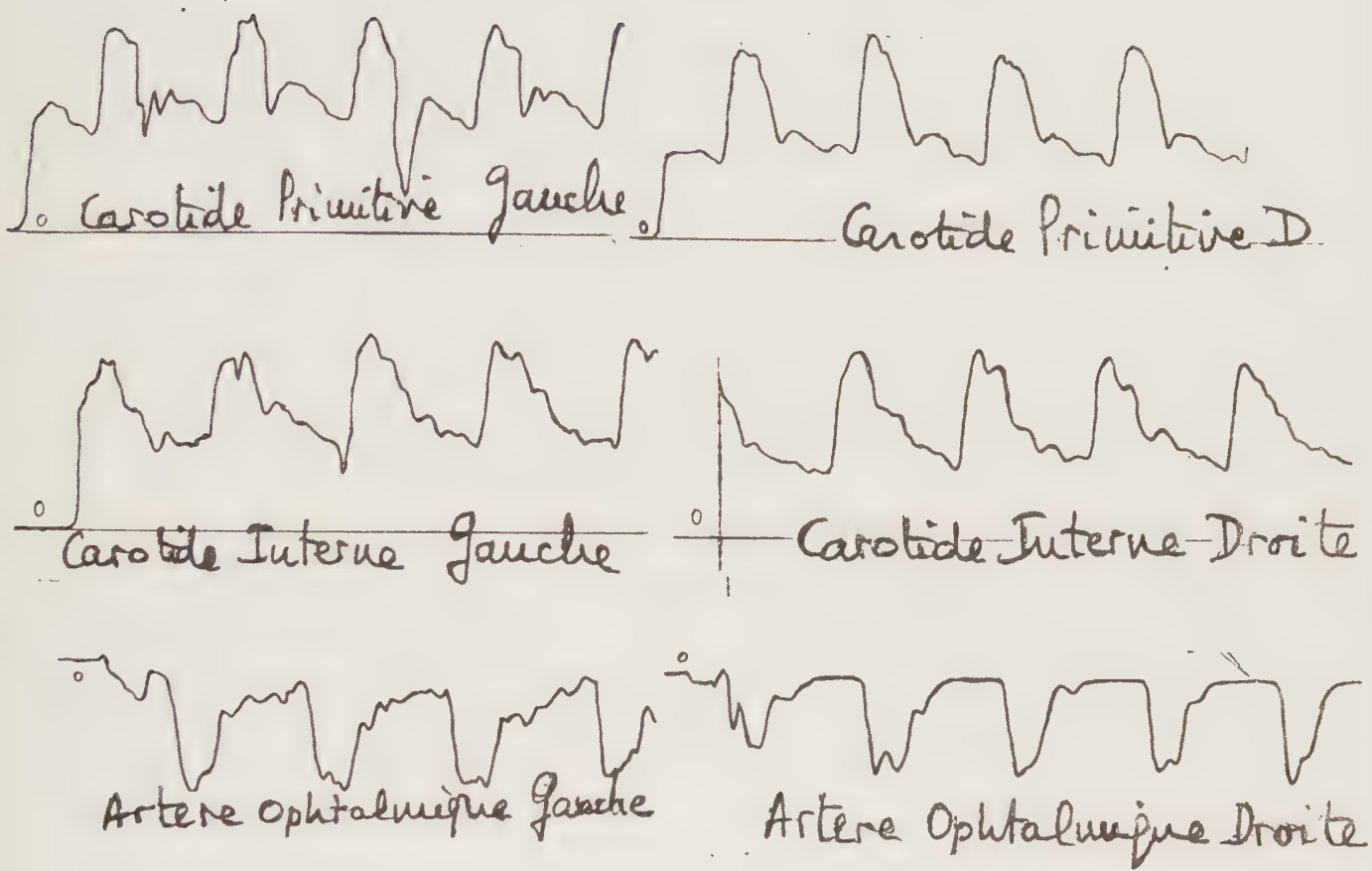
Obs. n° 2 : D... Gabrielle

Malade de 53 ans aux antécédents migraineux anciens. Est hospitalisée pour un bilan de vertiges déclenchés en particulier par la rotation de la tête et l'hyperextension en arrière. On lui pratique un Doppler vertébral et carotidien.

- * Ce tracé montre au niveau carotidien :
 - tracés symétriques droit et gauche avec bons flux systoliques et diastoliques
 - $R_d = 0,58$
 - $R_g = 0,60$
 - pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé normal

- * L'artériographie ne montre aucune lésion carotidienne, ce qui met en évidence la concordance .



Tracé n° 1. : S... Jeanne

II - STENOSES SANS INVERSION DE FLUX

Obs. n° 3 : A... Louise

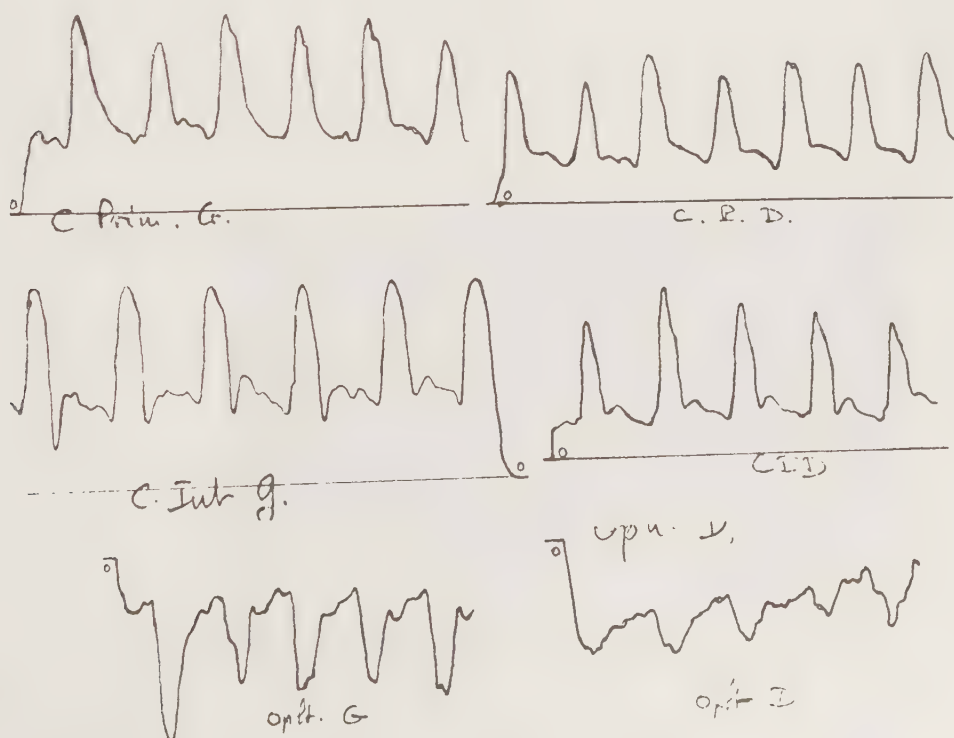
Malade de 61 ans ayant présenté une hémiparésie gauche d'installation progressive dans un contexte de céphalées intenses et paralysie faciale gauche de type central. Est hospitalisée pour bilan. Il n'y a pas de souffle carotidien à l'examen.

- * L'E.E.G. montre un ralentissement temporo-frontal droit.
- * Le tracé Doppler montre (c.f. tracé n° 3)
 - une nette diminution du flux diastolique dans la C.P.D.
 - $R_d = 0,75$ donc à la limite supérieure
 - $R_g = 0,62$ Normal
 - pas d'inversion de flux ophtalmique mais diminution du flux droit.

Conclusion : tracé en faveur d'une sténose de la carotide interne droite serrée.

- * L'artériographie montre une sténose serrée de la carotide interne droite à l'origine, avec par ailleurs une volumineuse tumeur de l'hémisphère droit.

Donc concordance tracé Doppler-Artériographie. Il n'y a pas eu d'intervention au niveau carotidien mais au niveau de la tumeur seulement.



Obs. n° 4 : D... Claudius

Malade de 63 ans aux antécédents d'hypertension ancienne, ayant présenté des épisodes d'hémi-parésie "à bascule" transitoires, spontanément régressifs ; d'abord à droite en 1969 puis à gauche en 1975. Est hospitalisé à l'occasion de ce second épisode.

* A l'examen, pas de souffle carotidien.

* Tracé Doppler (c.f. tracé n° 4) :

- nette diminution du flux diastolique droit dans la C.P.D. et dans la C.I.D.
- $R_g = 0,70$ donc normal
- $R_d = 0,82$ augmenté
- Pas d'inversion de flux ophtalmique mais diminution du flux ophtalmique droit.

Conclusion : tracé en faveur d'une sténose carotidienne serrée

* L'artériographie montre un aspect de plaque athéromateuse sans sténose au niveau de la C.I.D. (c.f. cliché)

* Intervention : - Endartériectomie d'une grosse plaque très ulcérée sténosante (c.f. cliché)
 - Prise de pression intra-artérielle : gradient de 1/2
 - Débit diminué au départ à 140 ml/mn (Normale=250 à 300 ml/mn)

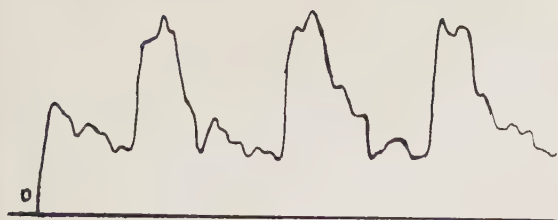
On passe à 300 ml/mn après endartériectomie donc normal.

* Conclusion : il y a discordance entre le tracé Doppler et les données de l'artériographie mais la chirurgie intervient en faveur du Doppler.

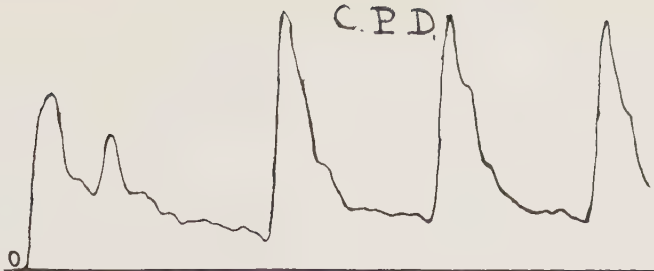


Pièce opératoire (1 carreau = 1/2 cm)

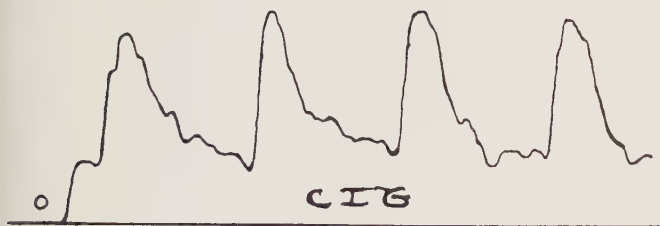
C Prim G



C.P.D.



CIG



C.I.D



Art-Ophl G

Art-Ophl D.



Tracé n° 4 : D... Claudius



Artériographie

Obs. n° 5 : D... Jean

Malade de 28 ans, ayant présenté un épisode d'hémi-parésie gauche avec paralysie faciale, de brève durée, survenue à la suite d'un effort (défécation), ceci dans un contexte de céphalées aiguës. Hospitalisé pour bilan.

* E.E.G. = normal

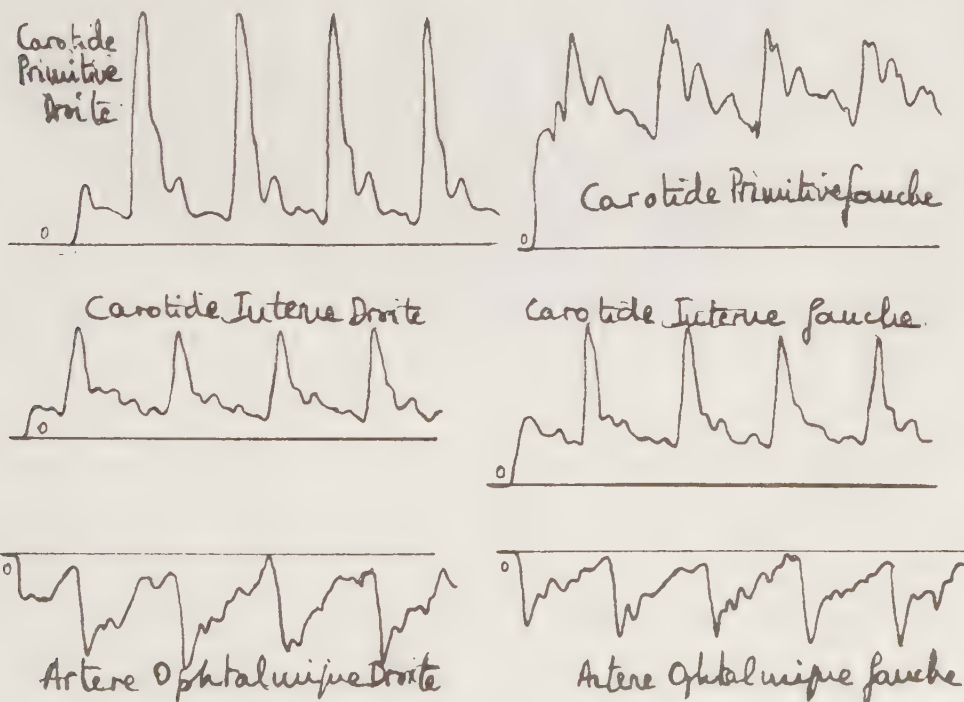
* Le tracé Doppler montre (c.f. tracé n° 5)

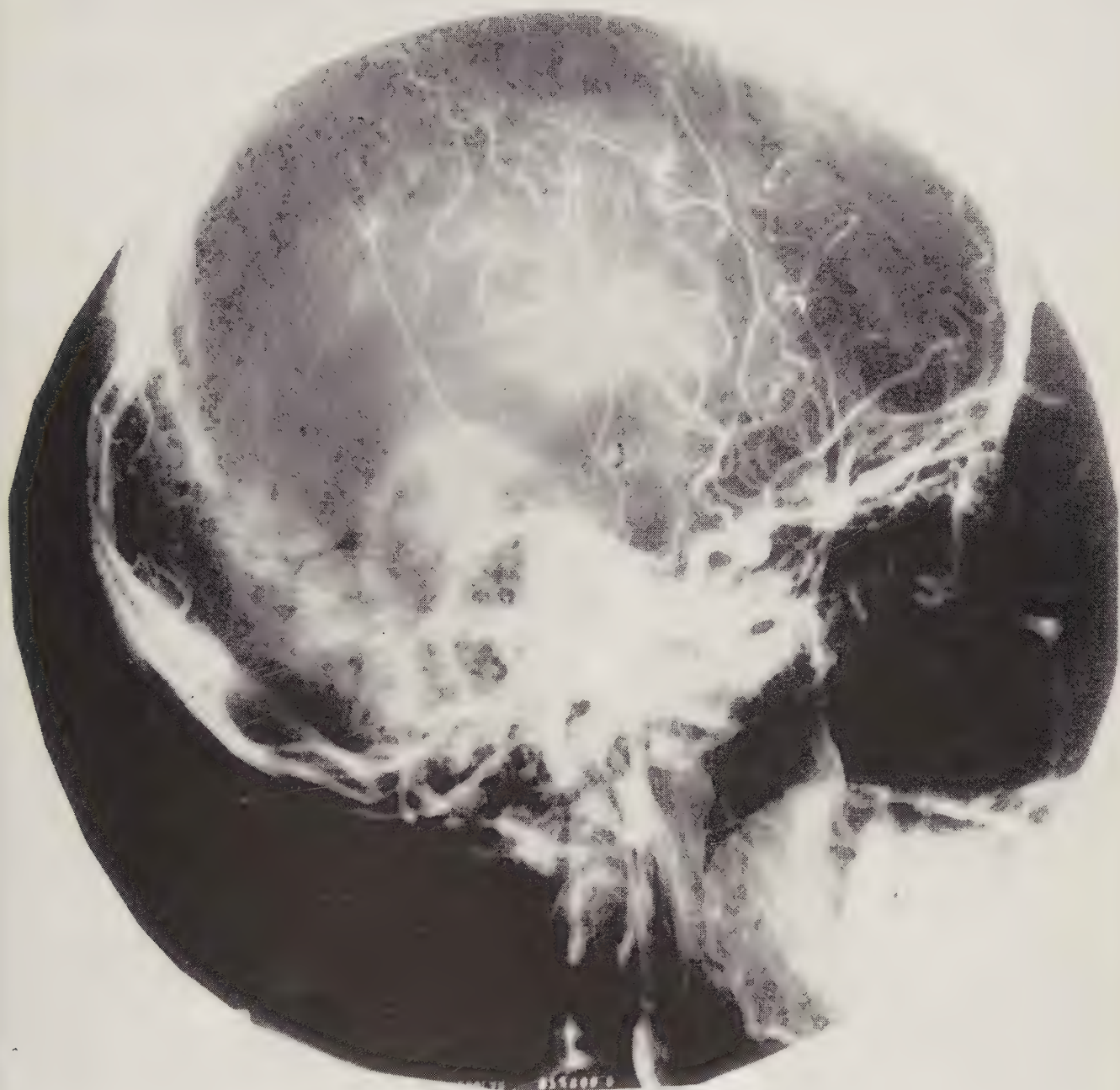
- Très nette diminution du flux diastolique qui est quasi nul dans la C.P.D.
- $R_d = 0,90$ donc très élevé
- $R_g = 0,55$ donc normal
- Pas d'inversion de flux ophtalmique.

Conclusion : tracé en faveur d'une sténose très serrée en aval de l'ophtalmique de la C.I.D. (c.f. tracé)

* L'artériographie carotidienne droite objective une sténose très serrée de la C.I.D. supra-clinoïdienne juste après le départ de l'ophtalmique (c.f. photo)

* Conclusion : le tracé Doppler est parfaitement concordant avec les données de l'artériographie.





Obs. n° 6 : G... Andrée

Malade de 70 ans aux antécédents d'H.T.A., coronarite, ayant présenté un 1er épisode d'hémi-parésie droit spontanément régressive prédominant au M.S.D. en juin 1975. En juillet 1975, hémiplégie droite + aphasie. Hospitalisation.

* E.E.G. = tracé normal

* Le tracé Doppler montre (c.f. tracé n° 6)

- très nette diminution du flux diastolique dans la carotide primitive gauche et diminution moins nette mais sensible de la C.P.D.

- $R_g = 0,84$

- $R_d = 0,78$ Donc augmentation des deux côtés avec prédominance gauche

- Pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé en faveur d'une sténose serrée de la C.I.G.

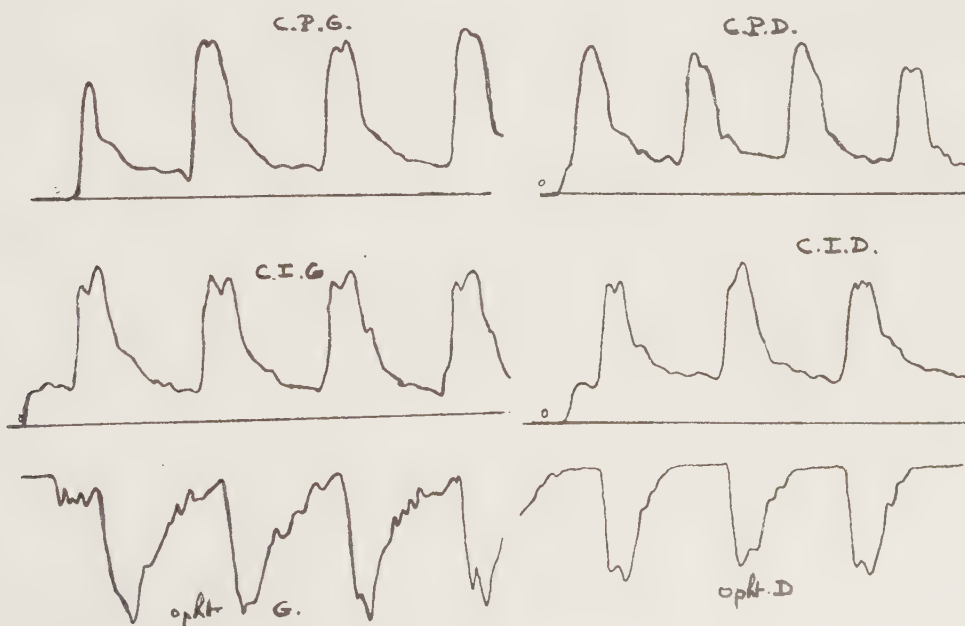
* L'artériographie carotidienne gauche : sténose serrée de la bifurcation carotidienne gauche

* Intervention : endartériectomie de la bifurcation carotidienne gauche

- Pression intra-artérielle : pas de gradient

- Débit pré-artériotomie : diminué 170 ml/mn

* Conclusion : il y a donc concordance entre les données artériographiques per-opératoires et celles du Doppler.



Tracé n° 6 : G... Andrée

Obs. n° 7 : C... Angel

Malade de 69 ans, coronarien connu, ayant déjà fait un épisode d'hémiplégie gauche spontanément régressive en août 1975. Fait une hémiplégie gauche complète en janvier 1976 avec troubles phasiques type Wernicke. Hospitalisé pour bilan. A l'examen pas de souffle carotidien.

* L'E.E.G. montre un net ralentissement temporo-pariétal gauche.

* Le tracé Doppler montre (c.f. tracé n° 7)

- nette diminution du flux diastolique dans la carotide primitive droite mais aussi au niveau de la C.P.G.

- $R_d = 0,89$ donc augmenté

- $R_g = 0,85$

- Pas d'inversion de flux ophtalmique mais nette diminution du flux droit

Conclusion : tracé en faveur d'une sténose serrée de la C.I.D. et par ailleurs d'un athérome cérébral diffus.

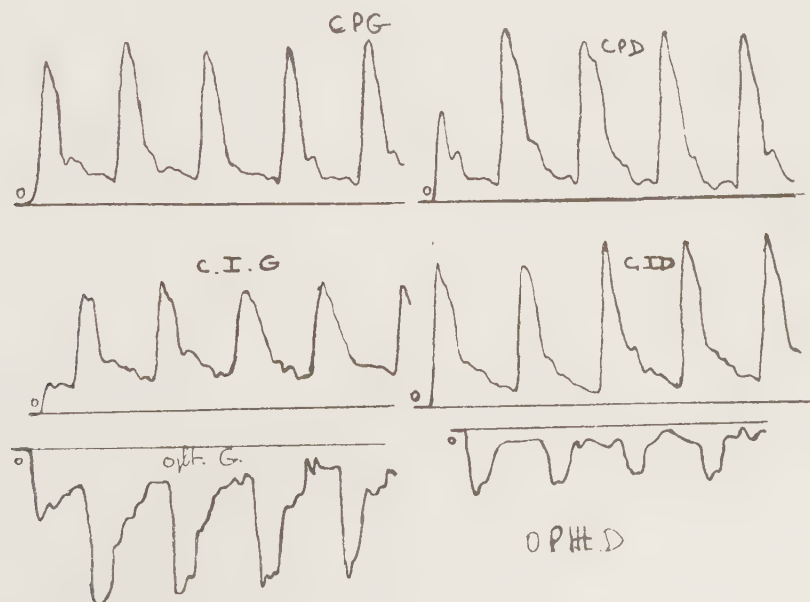
* Artériographie :

- C.I.D. athéromateuse sans véritable sténose ; par ailleurs présence d'une volumineuse néoformation vasculaire évocatrice d'un glioblastome

* Intervention : il n'y a pas eu d'intervention au niveau carotidien.

Le malade a été opéré de son glioblastome et décédé par la suite.

On peut expliquer la discordance tracé-Doppler qui porte sur la chute du débit diastolique et l'augmentation de l'index R par l'hypertension intra-crânienne due au glioblastome.



Tracé n° 7 : C... Angel

III - STENOSES AVEC INVERSION DE FLUX

Obs. n° 8 : M... Joannès

Malade de 54 ans aux antécédents de monoparésie du M.S.G. en 1971, présente en 1976 un syndrome optico-pyramidal gauche. Il est hospitalisé pour bilan.

A l'examen : souffle carotidien droit.

* E.E.G. : tracé normal

* Tracé Doppler pré-opératoire (c.f. tracé n° 8)

- diminution nette de flux diastolique dans la C.P.D. et C.I.D
- $R_d = 0,80$ donc augmenté
- $R_g = 0,66$ normal
- tracé typique de turbulence au niveau de la sténose
- inversion de flux ophtalmique droit, disparaissant avec la compression de la temporale superficielle

Conclusion : tracé évocateur d'une sténose de la C.I.D. à l'origine très serrée

* Artériographie = sténose très serrée de la C.I.D. à l'origine (c.f. cliché)

* Intervention = endartériectomie de la bifurcation carotidienne droite : Ablation d'une très grosse plaque ulcérée.

La prise des pressions artérielles montre un gradient de 1/2

Le débit avant endartériectomie est très diminué (45 ml/mn)

.post endartériectomie est encore un peu diminué (220 ml/mn) mais l'amélioration est notable (x 5)

* Le tracé Doppler post-opératoire (c.f. tracé n° 8 bis) montre :

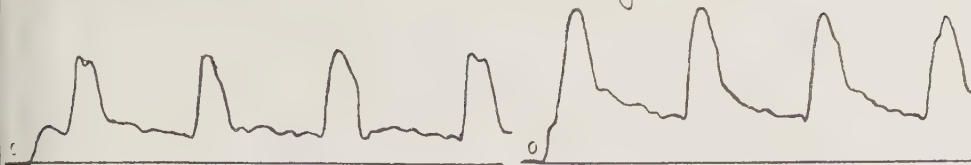
- symétrie Droite-Gauche : bon flux diastolique droit en particulier
- $R_g = 0,67$ normal
- $R_d = 0,60$ normal, donc nette amélioration.
- Disparition de l'inversion de flux ophtalmique notée en pré-opératoire

Conclusion : le tracé est redevenu normal, ce qui confirme le très bon résultat de l'intervention.

En somme, la comparaison des différentes données (Doppler - Artério. - Intervention) nous montre une très grande concordance.

C.P. Droite

C.P. Gauche



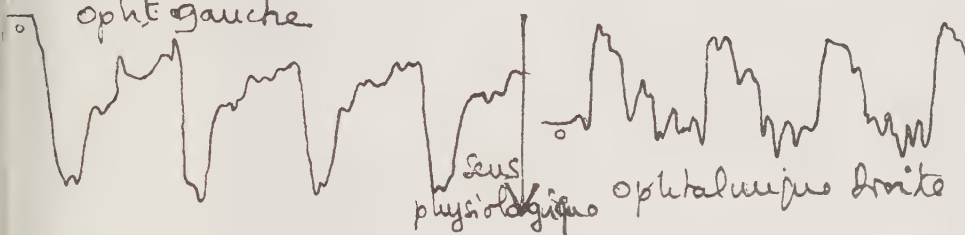
C.Int Droite

C.Int Gauche



C.Int au niveau de la Sténose

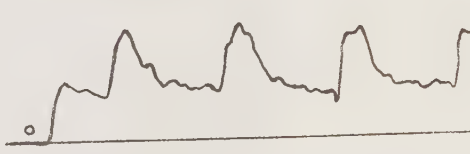
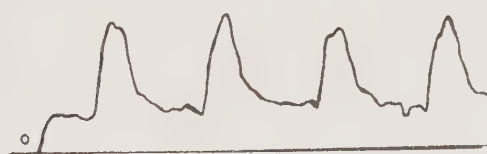
opht gauche

Sous
physiologique ophtalunus droite

Trace n° 5 (pré-opératoire) : M... Joannès

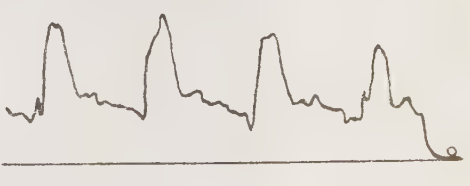
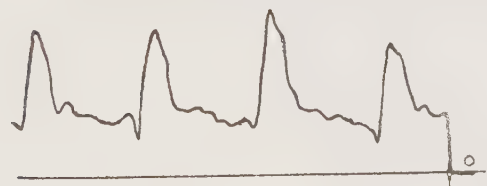
C.P. Gauche

C.P. Droite



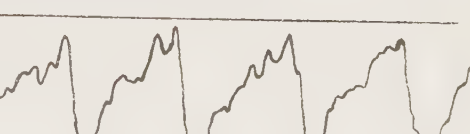
C.I Gauche

C.I Droite



Opht Gauche .

Opht Droite



Sous Physiologique

Trace n° 8 bis (post-opératoire) : M... Joannès



Artériographie M ... Johannès

Obs. n° 9 : L... Robert

Patient artérioscléreux sévère de 40 ans (artérite des membres inférieur bilatérale opérée, coronarien connu) aux antécédents d'hémiplégie transitoire droite avec paresthésie spontanément régressive. A l'occasion d'un nouvel épisode est hospitalisé pour bilan. A l'examen, gros souffle carotidien gauche.

* Le tracé Doppler montre (c.f. tracé n° 9) :

- nette dissymétrie droite-gauche avec notamment diminution du flux diastolique et systolique dans la C.P.G.
- $R_g = 0,80$ augmenté
- $R_d = 0,71$ normal
- très grosse turbulence au niveau de la sténose
- inversion de flux ophtalmique gauche disparaissant après compression de la temporale superficielle gauche

Conclusion : tracé très évocateur d'une sténose très serrée de la carotide interne à l'origine.

* Artériographie : sténose très serrée "en gicleur" de la C.I.G. à l'origine (C.F. photo)

* Intervention:- endartériectomie de la bifurcation carotidienne gauche et ablation d'une très grosse plaque ulcérée

- la prise de pression per-opératoire nous montre un gradient de 1/2

- le débit préartériotomie est très diminué à 60 ml/mn
postartériotomie est nettement amélioré à
200 ml/mn

* Le Doppler post-opératoire montre toujours une petite dissymétrie droite-gauche dans le sens d'une persistance de flux diastolique et systolique gauche abaissé mais les index de résistance sont normaux =

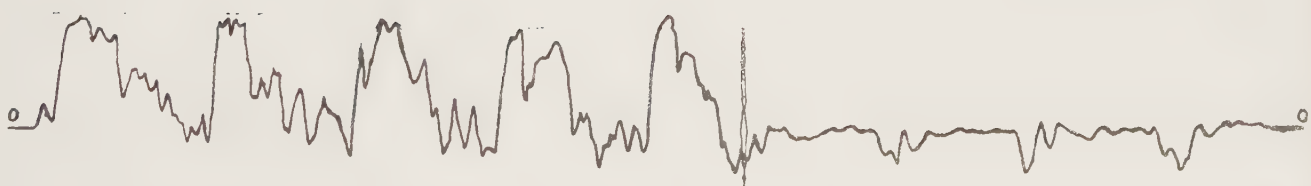
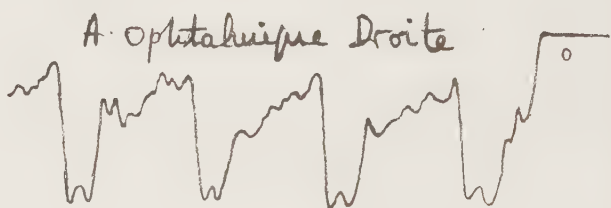
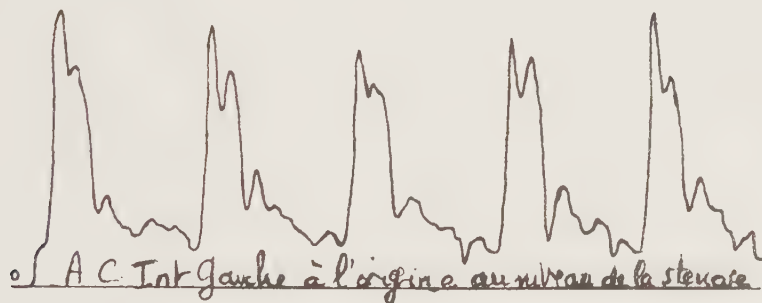
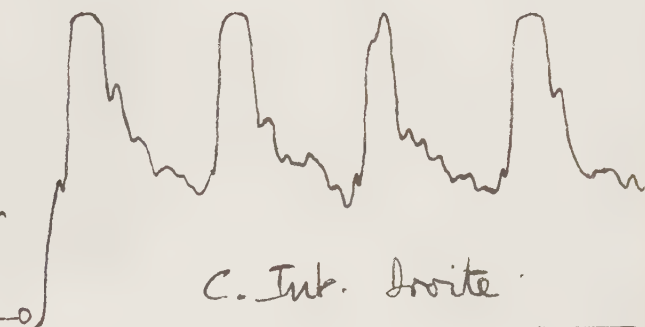
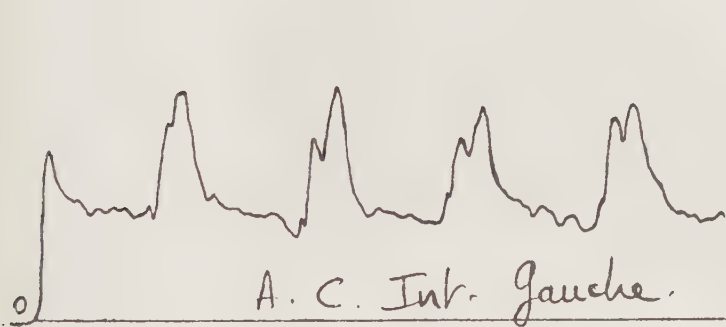
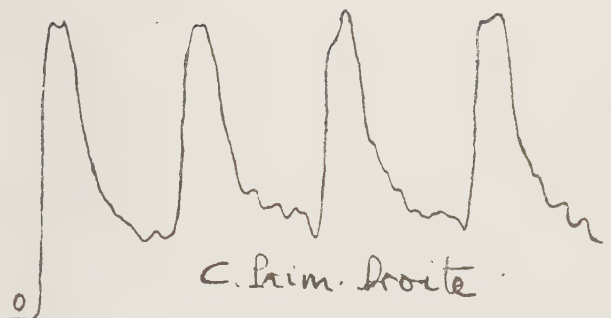
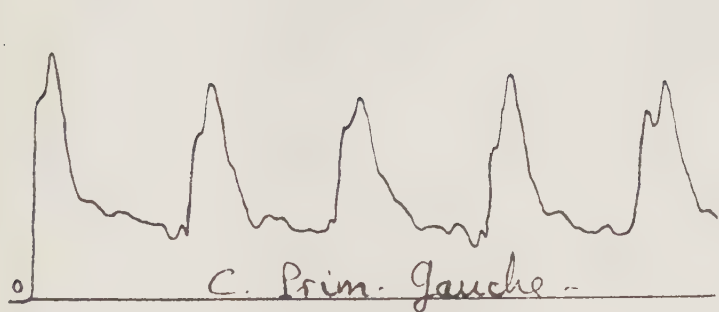
$R_g = 0,58$

$R_d = 0,71$

Il n'y a plus d'inversion de flux ophtalmique.

Conclusion : ce tracé conclut à la persistance d'une plaque d'athérome.

Il n'y a pas eu d'artériographie post-opératoire.



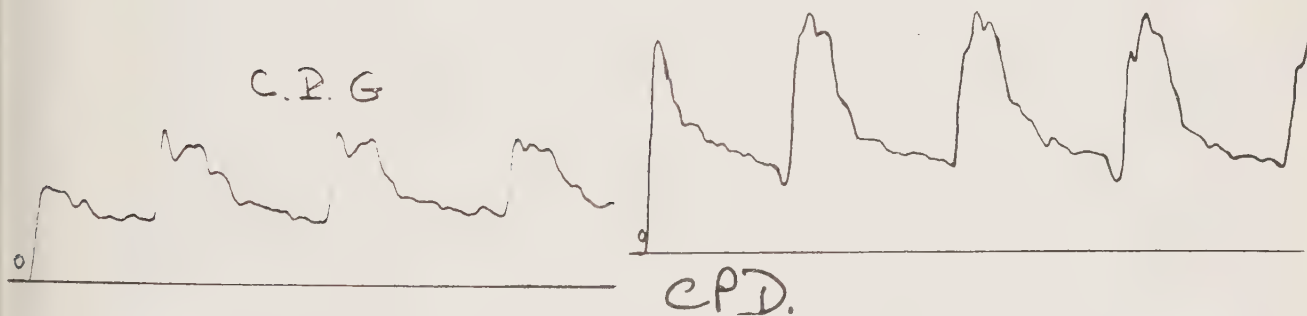
Art. ophtalmique Gauche avec Compression Temporale superficielle

Tracé n° 9 (pré-opératoire) : L... Robert

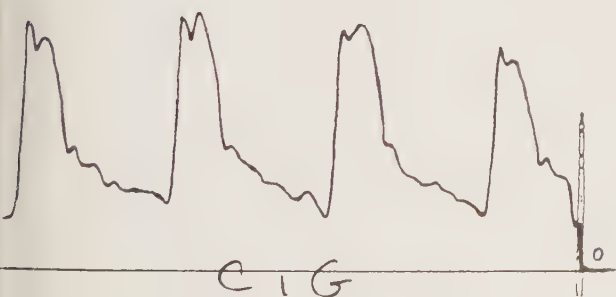


Artériographie L ... Robert

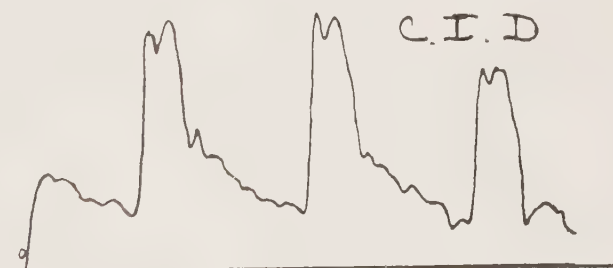
C.P.G



CPD.



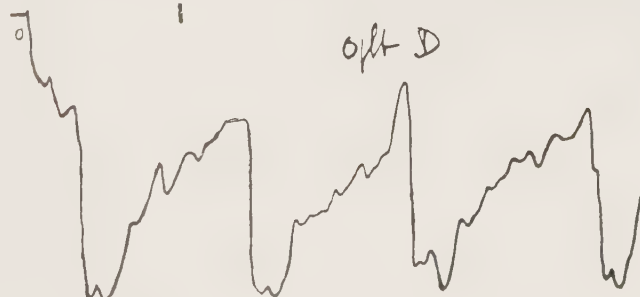
C.I.G



C.I.D



opt G



opt D

Obs. n° 10 : B... Marie

Malade de 55 ans, sans antécédents notables et qui est hospitalisée pour un bilan de souffle carotidien bilatéral découvert à la suite d'une hémiparésie du M.S.G. Un premier bilan montre une sténose très serrée de la C.I.D. (mais le Doppler n'a pu être pratiqué à ce niveau en phase pré-opératoire). Intervention en juillet 1975 sur la C.I.D. : endartériectomie d'une plaque très ulcérée. Suites simples.

En septembre 1975, le bilan avant intervention sur la C.I.G. montre :

* Tracé Doppler :

- très nette diminution du flux diastolique dans la C.P.G. qui est pratiquement nul, dysymétrie droite-gauche très importante
- $R_g = 0,95$ très augmenté
- $R_d = 0,65$ normal
- inversion de flux ophtalmique gauche modifié par la compression de la temporale superficielle gauche dans le sens d'un rétablissement physiologique

Conclusion : le tracé est évocateur d'une sténose très serrée de la C.I.G. à l'origine et par ailleurs, tracé normal à droite (ce qui prouve la bonne reperméabilisation de ce côté)

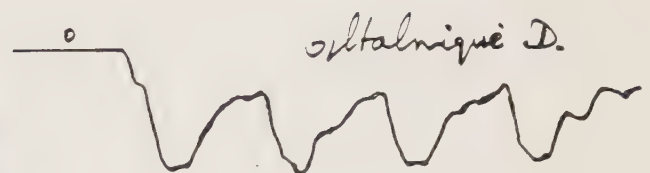
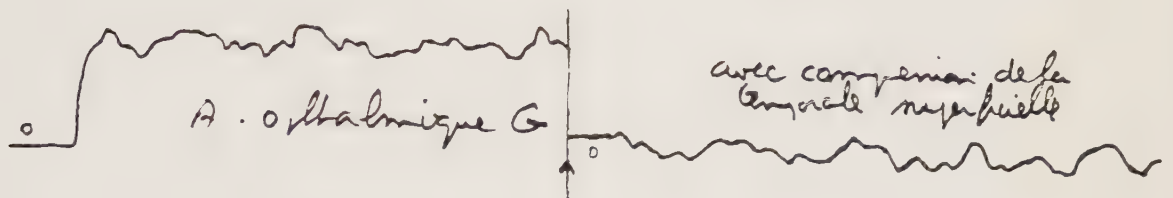
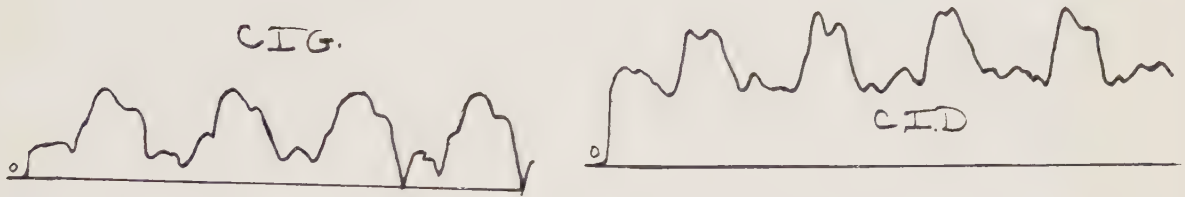
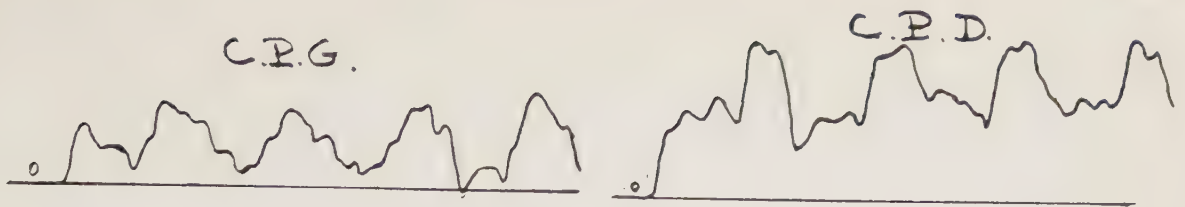
* Artériographie : sténose très serrée de la C.I.G. à l'origine

* Intervention : endartériectomie d'une grosse plaque ulcérée

Le gradient de pression mesurée en per-opératoire est de 0,65.

Le débit mesuré en préartériotomie est à 100 ml/mn donc diminué et passe à 200 ml/mn en fin d'intervention

Conclusion : Il y a bonne concordance entre les données du tracé Doppler, celles de l'artériographies et celles des mesures pratiquées pendant l'intervention.



Artériographie B ... Marie

IV - OBLITERATION AVEC INVERSION DE FLUX

Obs. n 11 : L... Remy

Malade de 59 ans aux antécédents d'hémi-parésie droite avec aphasie transitoire en novembre 1974 et spontanément régressive.

Le 30 octobre 1975, nouvelle hémi-parésie droite avec aphasie dans un syndrome confusionnel : est hospitalisé pour bilan.

A l'examen : pas de souffle carotidien gauche mais abolition du pouls carotidien interne gauche.

- * E.E.G. : ralentissement diffus dans l'hémisphère gauche
- * Le tracé Doppler montre (C.f. tracé n° 11)
 - une diminution du flux diastolique dans la C.P.G.
 - $R_g = 0,76$ augmenté
 - $R_d = 0,68$ normal
 - une absence totale de flux systolique et diastolique dans la C.I.G.
 - une inversion de flux ophtalmique gauche, non modifiée par la compression de l'artère temporale superficielle

Conclusion : ce tracé est en faveur d'une thrombose de la C.I.G. à son origine.

- * L'artériographie montre une thrombose de la carotide primitive gauche
- * L'intervention : elle est refusée par les neurologues.

La discordance entre Doppler et artériographie est expliquée par le fait que l'examen ultrasonographique a été pratiqué 6 jours avant l'artériographie et que la thrombose de la C.I.G. s'est étendue en amont dans la C.P.G.

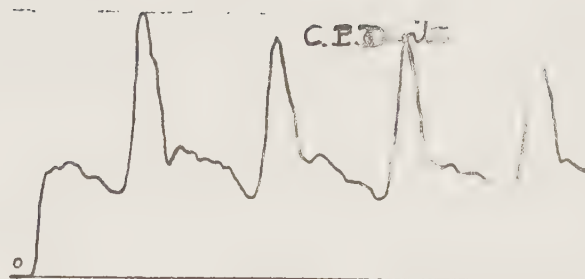
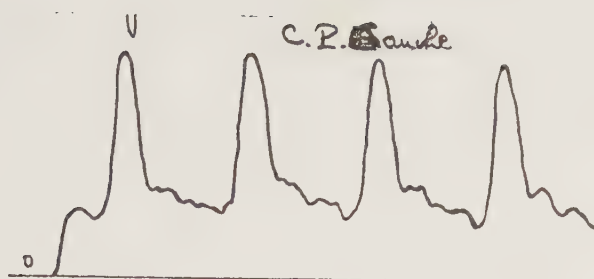
En effet, il y avait une double preuve de la localisation exacte définie par le Doppler :

1 - la présence d'un flux systolique dans la C.P.G. au moment de l'examen

2 - la présence d'un flux systolique dans la carotide externe gauche ;

En cas de thrombose de la C.P.G., il n'y aurait eu aucun flux dans la C.I.G. et à fortiori encore moins dans la C.E.G.

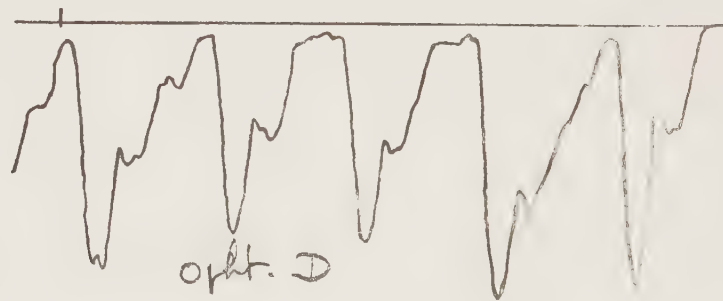
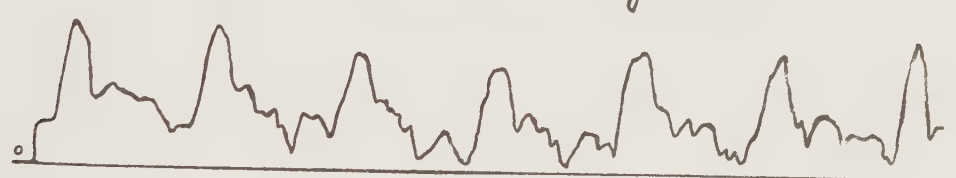
Conclusion : Là encore, le Doppler met en défaut l'artério.



C. Int. gauche
↓



Carotide externe gauche



Avec compression
Temporale superficielle

V - ATHEROMATOSE DISTALE

Obs. n° 12 : B... Joseph

Malade de 47 ans, hypertendu, aux antécédents d'infarctus antéro-latéral en février 1975 et qui est sous anticoagulants lorsqu'il présente une hémiplégie gauche régressive spontanément, en octobre 1975. Hospitalisation.

A l'examen, pas de souffle carotidien.

* L'E.E.G. montre un ralentissement diffus et modéré de l'activité cérébrale.

* Le tracé Doppler montre (c.f. tracé n° 12)

- pas d'asymétrie des courbes de vitesse droite-gauche
- mais diminution des flux diastoliques dans les 2 C.P. et les 2 C.I.

- $R_g = 0,87$

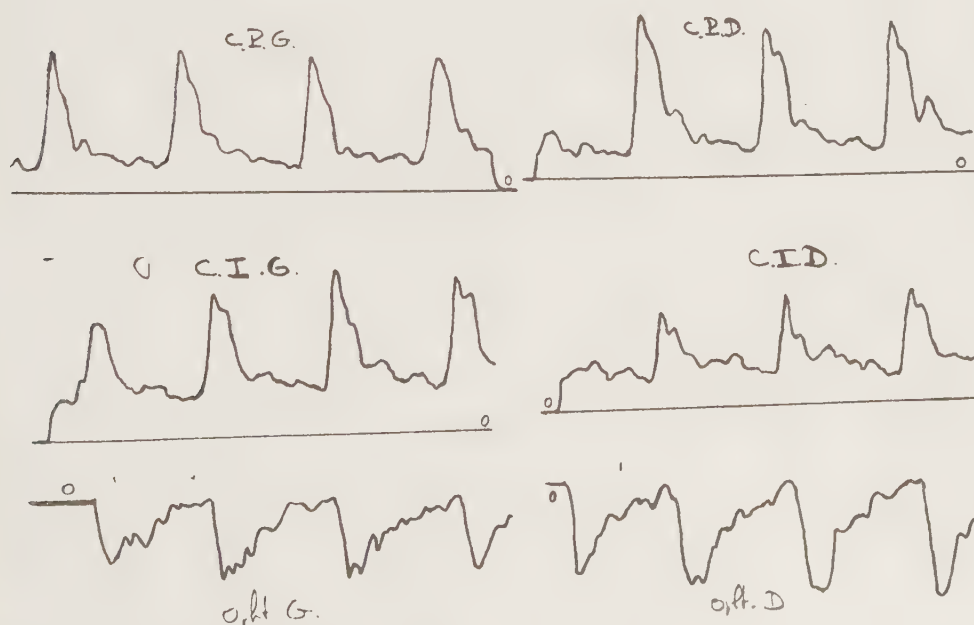
donc augmenté de manière symétrique

- $R_d = 0,85$

- pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé évocateur d'une athéromatose cérébrale diffuse.

* L'artériographie n'objective aucune lésion carotidienne mais montre une athéromatose distale, signant ainsi la concordance de l'effet Doppler.



Tracé n° 12 : B... Joseph

Obs. n° 13 : F... Marthe

Malade de 65 ans, diabétique, hypertendue ayant présenté en avril 1974 une paralysie faciale droite de type central avec aphasie. Est hospitalisée pour bilan.

- * L'E.E.G. : ralentissement diffus de l'activité cérébrale
- * Tracé Doppler :
 - pas de dysymétrie des courbes droite-gauche
 - flux diastolique diminué de manière symétrique
 - $R_g = 0,82$
 - $R_d = 0,80$
 - pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé évocateur d'une athéromatose cérébrale diffuse.

- * L'artériographie : confirme l'absence de lésion carotidienne et montre l'aspect diffusément athéromateux des artères du cerveau.

Il y a donc là encore concordance entre tracé Doppler et artériographie.

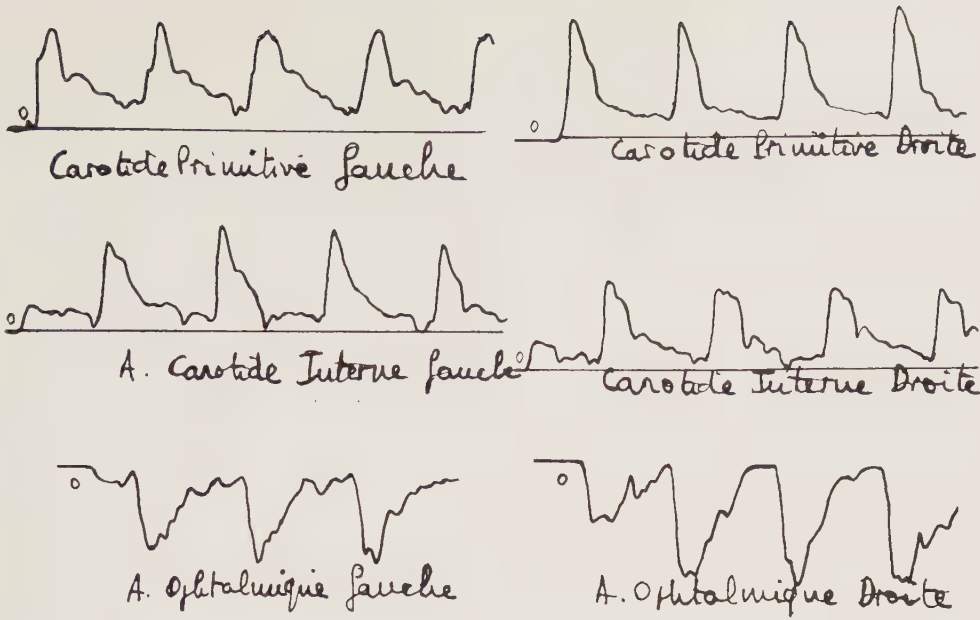
Obs. n° 14 : P... Pierre

Malade de 74 ans, aux antécédents d'hypertension artérielle connue et ancienne, de 2 épisodes successifs d'hémi-parésie droite spontanément régressifs ; est hospitalisé à la suite du troisième.

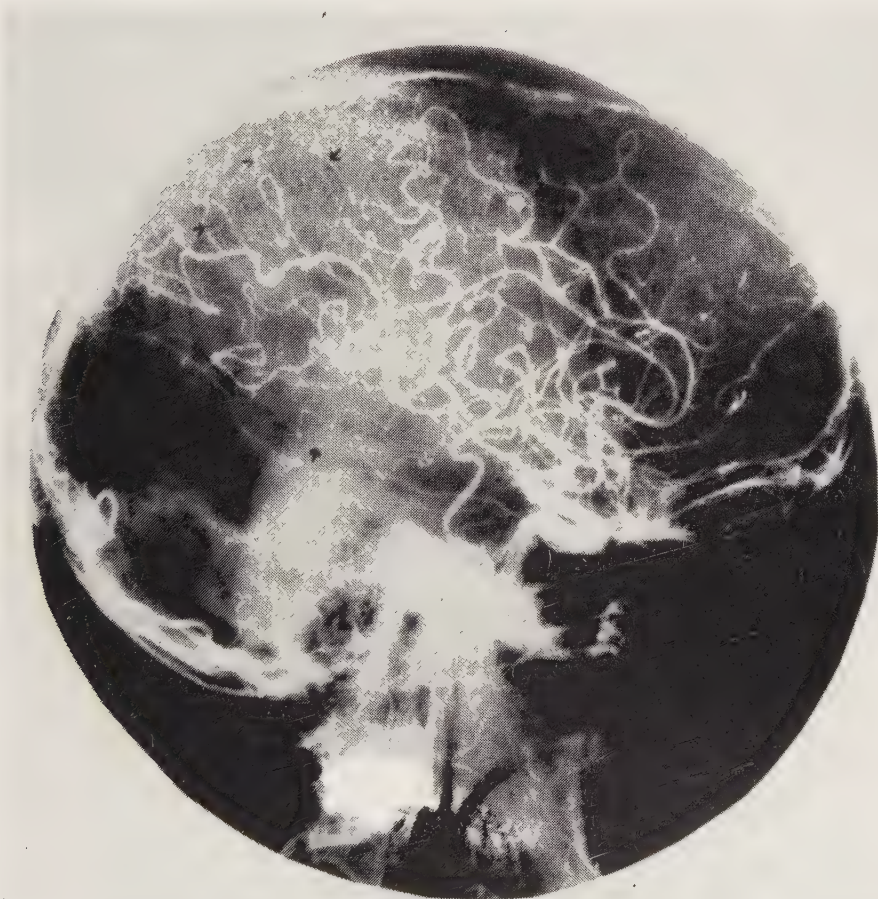
- * L'E.E.G. montre : petits signes de souffrance hémisphérique droite en rapport probable avec une athéromatose diffuse.
- * Le tracé Doppler montre (c.f. tracé n° 14) :
 - nette diminution des flux diastoliques dans C.P.D. et C.P.G. de manière symétrique
 - $R_g = 0,90$ donc nettement augmentés
 - $R_d = 0,85$
 - pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé évocateur d'une athéromatose cérébrale diffuse.

- * L'artériographie confirme ce diagnostic (c.f. cliché)



Tracé n° 14 : P... Pierre



Artériographie P... Pierre

Obs. n° 15 : C... Pierre

Malade de 44 ans, sans antécédent notable, ayant fait deux épisodes d'hémi-parésie droite rapprochés dans le temps et spontanément régressifs ; est hospitalisée à la suite d'un troisième.

A l'examen, pas de souffle carotidien

* Le tracé Doppler montre (C.f. cliché n° 15) :

- une symétrie de tracé au niveau des C.P. avec une augmentation des index de résistance $R_g = 0,79$

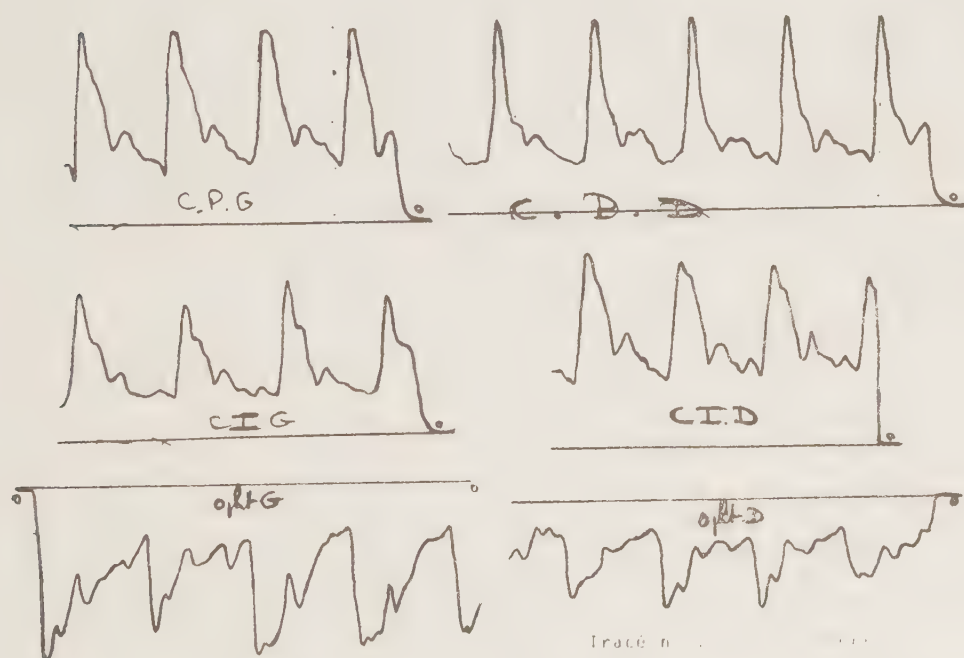
$R_d = 0,78$

- une dysymétrie x au niveau des flux diastoliques dans les carotides internes avec diminution à gauche,

x au niveau des flux ophtalmiques avec une augmentation à gauche

Conclusion : tracé de sténose carotidienne en aval de l'origine ophtalmique, associée par ailleurs à une athéromatose distale.

* L'artériographie montre une thrombose de la sylvienne gauche à l'origine avec athéromatose distale.



VI - TRACES POST-OPERATOIRES

Obs. n° 16 : C.. François

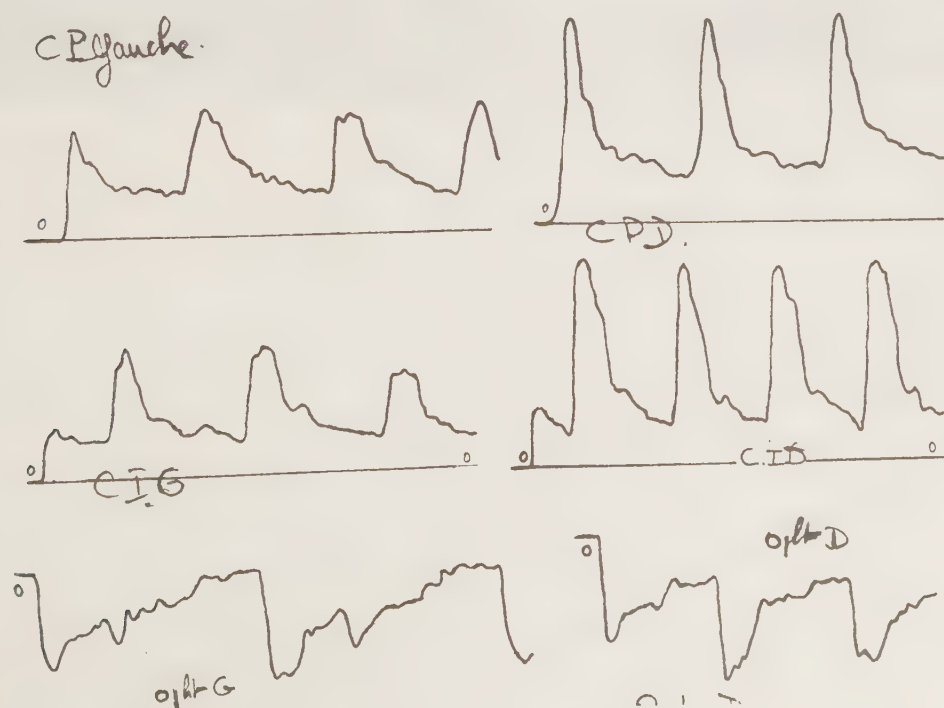
Malade de 55 ans sans antécédent notable. Hospitalisé le 8/9/1970 pour hémiparésie droite avec aphasie sans évolution favorable immédiate.

Le bilan montre :

- * E.E.G. : activité ralentie de tout l'hémisphère gauche
- * Artériographie : sténose de la C.I.G. à l'origine avec thrombose de la sylvienne sus-jacente à son origine.
- * L'intervention a lieu en octobre 1970 : endartériectomie de l'origine de la C.I.G. Ablation d'une plaque ulcérée. Suites simples.
- * Le tracé Doppler (fait 5 ans après l'intervention) montre (c.f. cliché : n° 16)
 - une dysymétrie droite-gauche avec diminution des flux diastolique et systolique à gauche
 - $R_g = 0,60$
 - $R_d = 0,75$
 - Pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : ce tracé conclut à un obstacle intra-crânien après l'origine de l'ophtalmique.

- * L'artériographie post-opératoire confirme la permanence de la thrombose sylvienne gauche.



Tracé n° 16 : C.. François

Artériographie post-opératoire

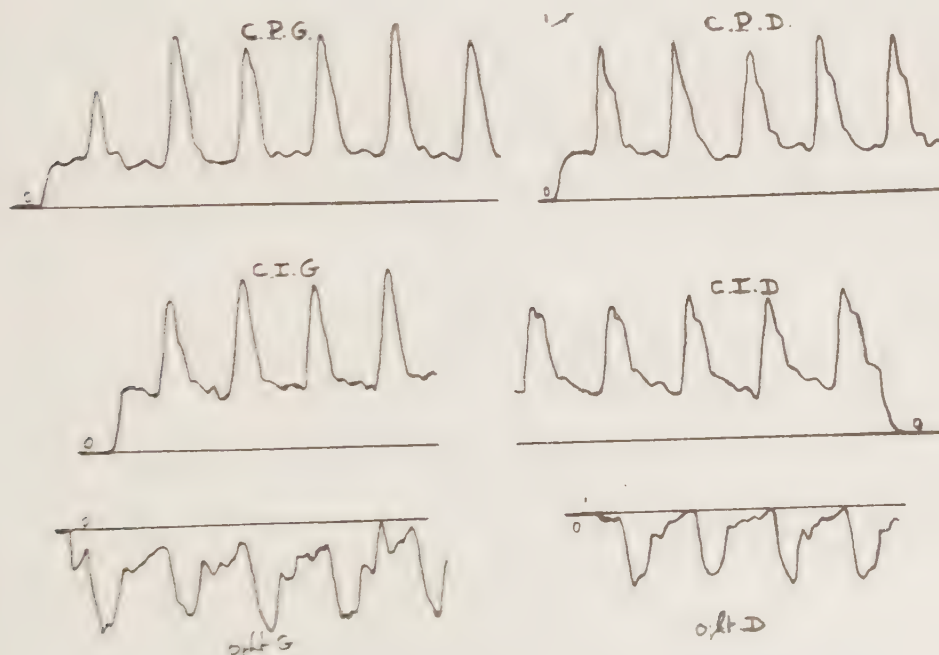


Obs. n° 17 : C... Robert

Malade ayant présenté un syndrome optico-pyramidal à l'âge de 55 ans en 1968. En 1970, fait deux épisodes d'hémi-parésie droite successifs à quelques mois d'intervalle et spontanément régressifs. Est hospitalisé au cours d'un troisième épisode début 1973 pour bilan.

Cliniquement, pas de souffle carotidien.

- * L'artériographie montre : une plaque d'athérome au niveau de la C.I.G. sans sténose vraie.
- * L'intervention : endartériectomie carotidienne gauche - ablation d'une plaque ulcérée. Prise de débit per-opératoire :
 - . avant endartériectomie : 130 ml/mn
 - . après endartériectomie : 200 ml/mn
- * Le Doppler post-opératoire, pratiqué deux ans après l'intervention, montre (c.f. tracé n° 17) :
 - une bonne symétrie droite-gauche
 - $R_g = 0,71$ donc normaux
 - $R_d = 0,67$
 - pas d'inversion de flux ophtalmique
 Conclusion : tracé normal confirmant la bonne perméabilité du côté opéré.



Obs. n° 18 : P... Maurice

Malade hospitalisé pour une perte de connaissance brève ; on lui découvre à l'examen un souffle carotidien gauche. Il n'y a eu aucun signe neurologique déficitaire.

* L'E.E.G. est normal.

* L'artériographie objective une sténose serrée de la C.I.G. (supérieure à 50 %) et une plaque d'athérome de l'origine de la C.I.D. sans sténose vraie.

* Intervention : endartériectomie d'une grosse plaque ulcérée de la C.I.G. à l'origine

Le contrôle des débits pratiqués en per-opératoire objective un très bon résultat puisque de 140 ml/mn avant artériotomie on passe à 360 ml/mn après.

* Le Doppler post-opératoire montre (c.f. tracé n° 18)

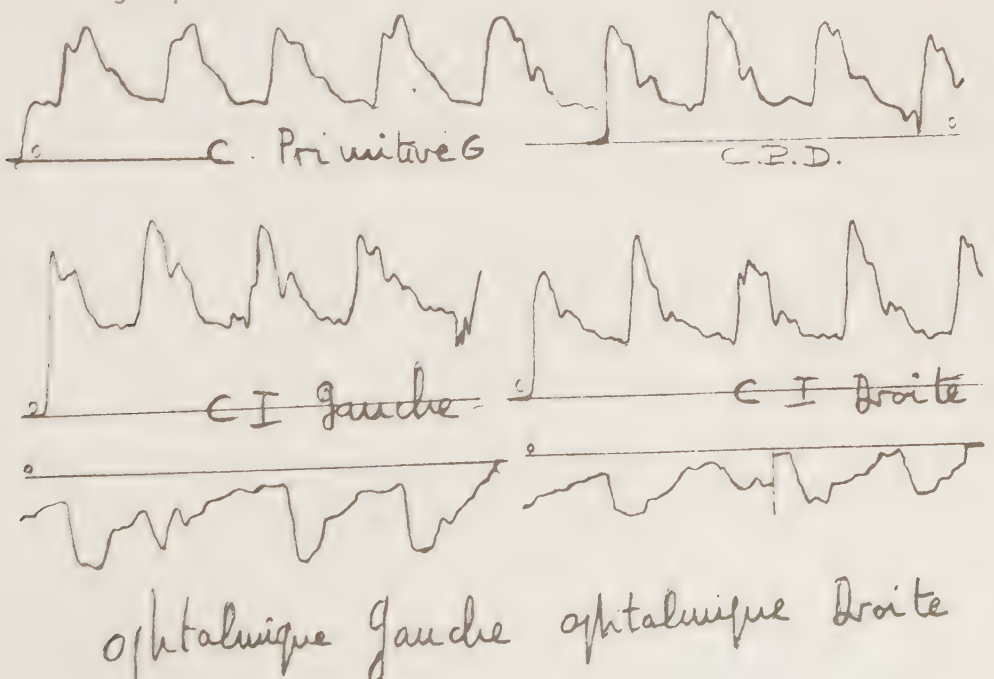
- une petite asymétrie droite-gauche avec bon flux diastolique dans la C.P.G. mais diminution dans la C.P.D.

- $R_g = 0,60$ - normal

- $R_d = 0,72$ - normal aussi

- pas d'inversion de flux ophtalmique mais discrète diminution du flux droit par rapport au gauche.

Conclusion : le tracé Doppler confirme la bonne perméabilité du côté opéré mais objective par ailleurs la présence d'une plaque d'athérome au niveau de la C.I.D. qui avait été mise en évidence par l'artériographie.



Obs. n° 19 : M.. Robert

Malade de 59 ans ayant présenté quelques épisodes d'hémi-parésie du membre supérieur gauche avec aphasie, spontanément régressifs. En mai 1975, nouvel épisode avec déficit monooculaire gauche et paralysie faciale gauche. Est hospitalisé pour bilan.

* L'E.E.G. est normal.

* L'artériographie montre une sténose très serrée de la C.I.D. 4 mm après son origine et un athérome de la C.I.G. à son origine.

* Intervention :

- endartériectomie d'une plaque ulcérée de la C.I.D.
- des mesures de débit per-opératoire montrent une très nette amélioration puisque de très réduit à 25 ml/mn avant l'ablation de plaque, on passe à 300 ml/mn après, soit un débit multiplié par 12.

* Le Doppler post-opératoire montre (c.f. tracé n° 19) :

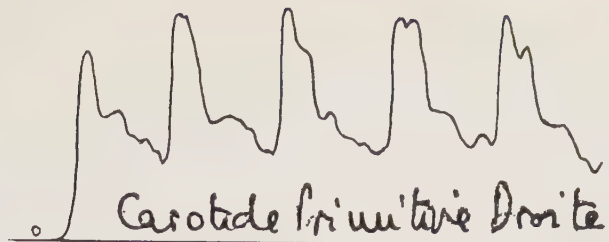
- asymétrie droite-gauche avec diminution du flux diastolique dans C.P.G.. Très bon flux diastolique dans la C.P.D. Chute du flux systolique dans la C.P.G.
- $R_d = 0,70$
- $R_g = 0,65$
- pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : ce tracé objective une bonne perméabilité post-opératoire du côté droit et par ailleurs, la présence d'une plaque d'athérome au niveau de la C.I.G. que confirme l'artériographie.

Cette observation montre l'intérêt du Doppler dans le dépistage des plaques athéromateuses carotidiennes au stade infra-clinique.



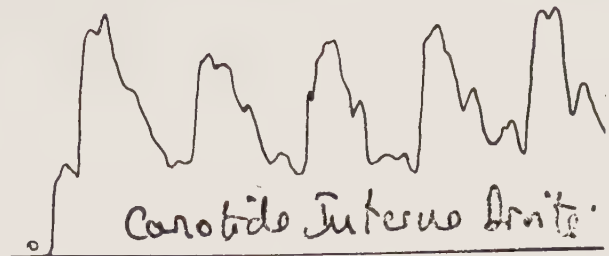
Carotide primitive Gauche



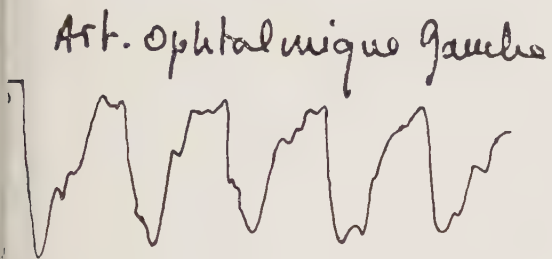
Carotide primitive Droite



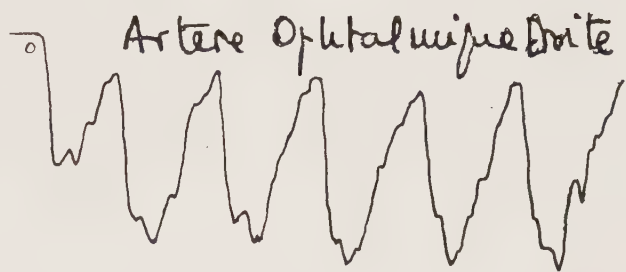
Carotide interne Gauche



Carotide interne Droite



Art. ophtalmique Gauche



Artère ophtalmique Droite

Tracé n° 19 = M... Robert



Artériographie M... Robert

Obs. n°20 : R... Henri

Ce patient de 48 ans ayant présenté une hémiparésie droite avec paralysie faciale homolatérale et troubles de la conscience, est hospitalisé pour bilan.

A l'examen, gros souffle carotidien gauche

* L'E.E.G. : ralentissement diffus du côté droit.

* L'artériographie objective une sténose serrée de la C.I.G. à son origine.

* L'intervention :

- endartériectomie de la bifurcation carotidienne gauche : ablation d'une grosse plaque ulcérée.
- La mesure du débit pratiquée en per-opératoire montre une bonne amélioration puisque de 140 ml/mn avant artériotomie, on passe à 300 ml/mn après.

* Le tracé Doppler post-opératoire montre :

- bonne symétrie droite-gauche avec bon flux diastolique et systolique au niveau des deux C.P. et deux C.I.
- $R_g = 0,60$ donc normaux
- $R_d = 0,62$
- Pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé normal qui confirme la bonne perméabilité du côté opéré et concorde en cela avec les données de l'intervention.

Obs. n° 21 : V.. Joseph

Malade de 73 ans, hypertendu, ayant présenté une hémiparésie gauche avec paralysie faciale gauche. Est hospitalisé pour bilan.

A l'examen, pas de souffle carotidien droit.

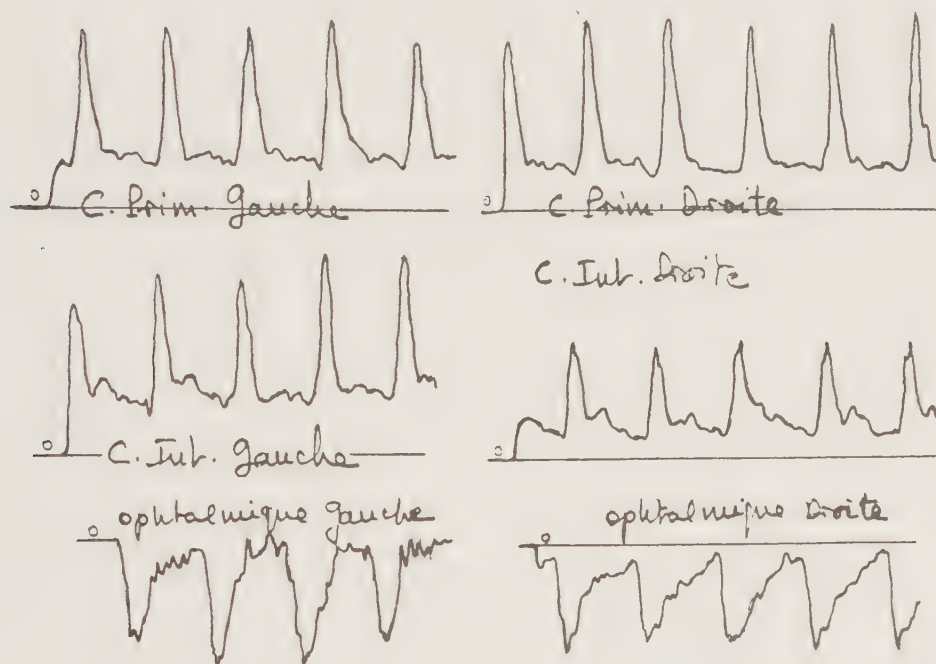
* L'artériographie montre une sténose serrée de la C.I.D. à son origine, associée à une athéromatose cérébrale diffuse.

* L'intervention :

- endartériectomie de la bifurcation carotidienne droite
- les mesures de débit pratiquées en per-opératoire ne montrent qu'une amélioration insuffisante, puisque d'un débit très bas (à 40 ml/mn) on passe à un débit toujours faible (à 160 ml/mn).

- * Le Doppler post-opératoire (c.f. tracé n° 21) montre :
- une diminution bilatérale des flux diastoliques dans les C.P. avec augmentation des index de résistance :
 - $R_g = 0,81$
 - $R_d = 0,83$
 - une discrète asymétrie au niveau des flux diastoliques des C.I. (diminution à droite)
 - Pas d'inversion des flux ophtalmiques.

Conclusion : ce tracé est en faveur de la persistance d'une plaque au niveau de la carotide interne droite, associée à une athéromatose distale confirmée par l'artériographie.



Tracé n° 21 : V... Joseph

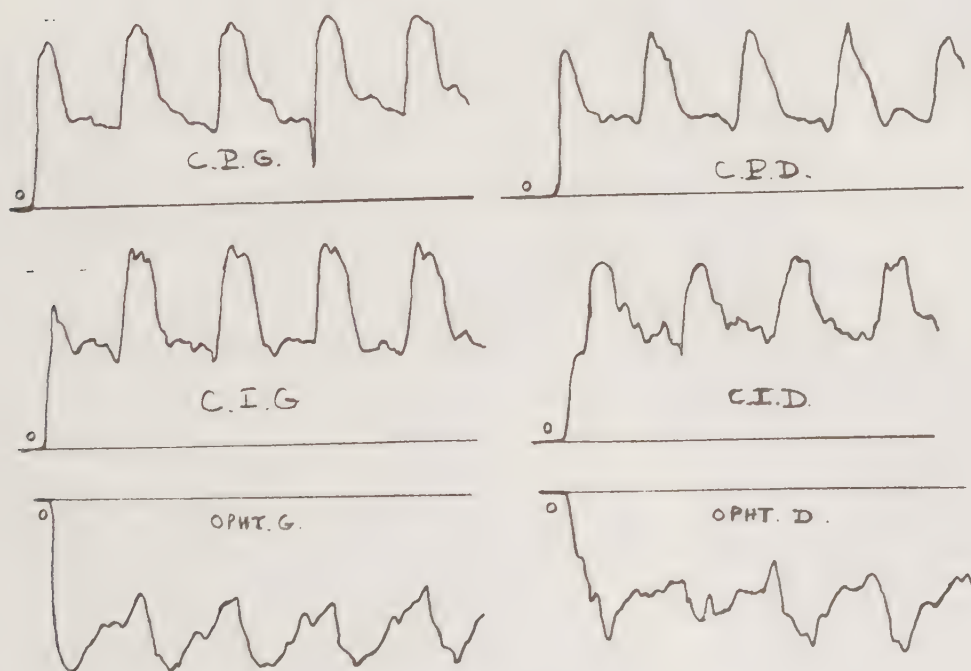
Obs. n° 22 : S... René

Malade de 51 ans qui présente en août 1975 une crise d'épilepsie généralisée avec aphasie post-critique, rapidement régressive. Est hospitalisé pour bilan.

A l'examen, souffle carotidien gauche.

- * L'artériographie montre une sténose très serrée de la C.I.G. à son origine sur 2 cm.
- * L'intervention : endartériectomie de la bifurcation carotidienne et ablation d'une plaque ulcérée.
 - Les prises de débit per-opératoires montrent une amélioration sensible puisque l'on passe de 100 ml/mn avant artériotomie à 200 ml après.
- * L'artériographie post-opératoire montre la grande perméabilité (c.f. cliché)
- * Le Doppler post-opératoire (c.f. tracé n° 22) montre :
 - très bon flux diastolique et systolique dans les 2 C.P. et les 2 C.I.
 - $R_g = 0,58$ donc normaux
 - $R_d = 0,63$
 - pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé normal confirmant la bonne perméabilité post-opératoire.



Artériographie post-opératoire

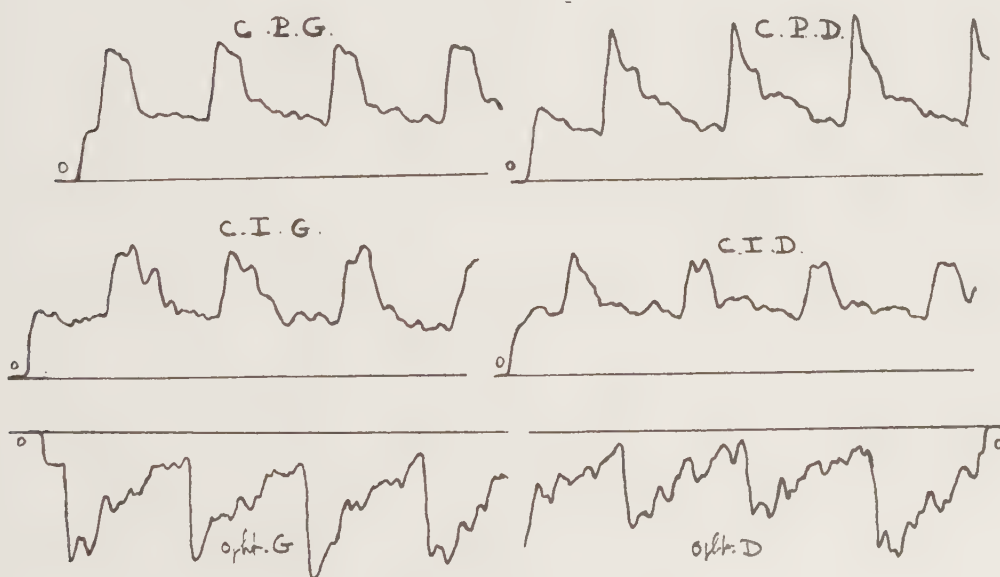


Obs. n° 23 : P... Gisèle

Patiente de 40 ans qui présente le 10.11.1972 une brutale hémiplégie droite avec aphasie. Est hospitalisée pour bilan. A l'examen, abolition du pouls carotidien interne gauche.

- * L'artériographie montre une thrombose totale de la C.I.G. évoquant l'embolie.
- * L'intervention : Thrombo-embolctomie de la C.I.G.- Suites simples.
- * L'artériographie post-opératoire montre une bonne perméabilité carotidienne.
- * Le Doppler post-opératoire montre (c.f. tracé n° 23) :
 - de bons flux systolique et diastolique au niveau des deux C.P.
 - $R_g = 0,66$ donc normaux
 - $R_d = 0,70$
 - pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé tout à fait normal confirmant la bonne perméabilité du côté opéré et concordant avec les données de l'artériographie post-opératoire, ceci dans un délai de 3ans 1/2 après l'intervention.



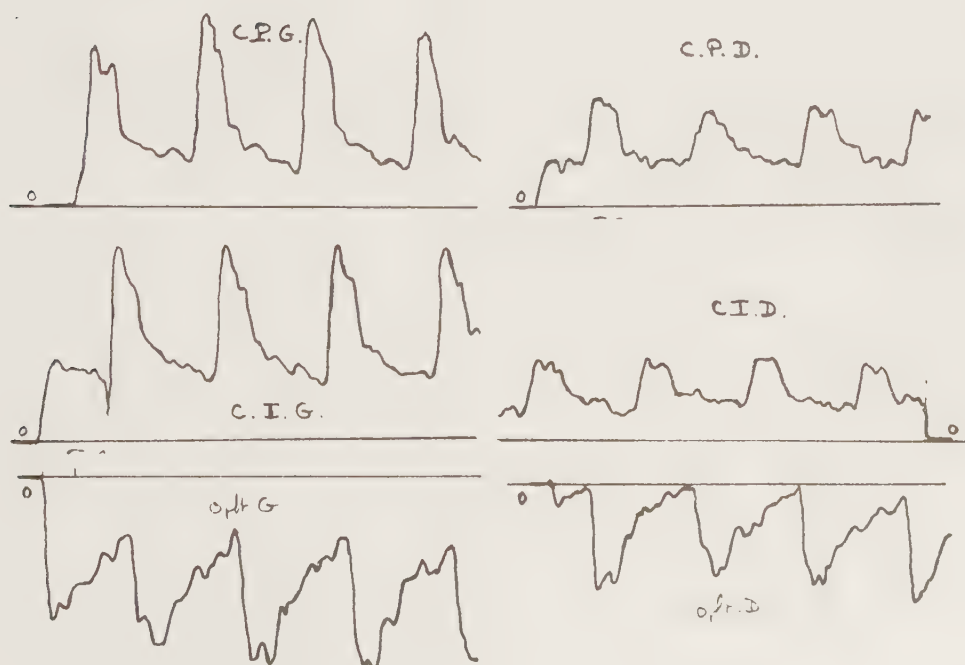
Tracé n° 23 : P... Gisèle

Obs. n° 24 : S... Angèl

Malade de 55 ans, hypertendu ancien, ayant présenté à plusieurs reprises des épisodes d'hémi-parésie de la main gauche, de brève durée, spontanément régressifs. Au cours d'un nouvel épisode associé à une amaurose droite, il est hospitalisé.

- * L'artériographie carotidienne droite montre une sténose très serrée de la C.I.D. qui se complique très rapidement, au cours de l'examen, de thrombose.
- * L'intervention d'urgence se résoud à une tentative difficile de désobstruction à la sonde de Fogarthy qui ne permet d'obtenir qu'un flux minime après fermeture de l'artériotomie ; la mesure par sonde électromagnétique ne montre qu'un débit de 60 ml/mn. La persistance d'une sténose est donc très probable.
- * Le Doppler post-opératoire montre (c.f. tracé n° 24) :
 - une nette dysymétrie droite-gauche avec diminution des flux systolique et diastolique à droite
 - $R_g = 0,80$
 - $R_d = 0,50$
 - pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé en faveur d'une sténose carotidienne haute., concordant avec les données de l'intervention.



Tracé n° 24 : S... Angèl

RESUME DES OBSERVATIONS

	N° Obs.	Tracé Doppler	Artério.	Inter- vention	Pression per-op.	Débit avt endartériec.	Concordance Fiabilité
ES	1	N	N	-	-	-	++
AUX	2	N	N	-	-	-	++
DOSES	3	Sténose serrée	Sténose serrée	-	-	-	++
TRANSION LUX	4	Sténose serrée	Plaque	Plaque +++	Gradient 1/2	légèrement diminué 140 ml/mn	++++
	5	Sténose serrée supra- clinoïdienne	Sténose ser- rée supra- clinoïdienne	-	-	-	++
	6	Sténose peu serrée	Sténose peu serrée	Plaque +	Gradient nul	légèrement di- minué 170ml/mn	+++++
	7	Sténose serrée	Athérome	-	-	-	+
DOSES	8	Stén. très serrée	Stén. très serrée	Plaque+++	Gradient 1/2	très diminué 45ml/mn	+++++
TRANSION	8bis	Normal			Nul	moyen. 200ml/mn	++
LUX	9	Stén. très serrée	Stén. très serrée	Plaque+++	Gradient 1/2	très diminué 60ml/mn	+++++
	9bis	Normal			Nul	moyen. 200ml/mn	+++
	10	Sténose très serrée	Sténose très serrée	Plaque+++	Gradient 1/3	diminué à 100ml/mn	++++
	10bis	Normal			Nul	moyen. 200ml/mn	++
TERA- I AVEC TRANSION LUX	11	Oblitéra- tion C.I.G.	Oblitération C.P.G.	-	-	-	0(*)

(*) par décalage dans le temps de l'examen Doppler et artério.

	N° Obs.	Tracé Doppler	Artério.	Interven- tion	Pression per-op.	Débit après Endartériec.	Concordance Fiabilité
ATHÉROMA- TE	12	Athéroma. tose distale	Athéroma. tose distale	-	-	-	++
	13	Atheroma. tose distale	Atheroma. tose distale	-	-	-	++
	14	Athéroma. tose distale	Atheroma. tose distale	-	-	-	++
	15	Atheroma. tose distale	Atheroma. tose distale	-	-	-	++
RÉSULTATS LABORATOIRES	N° Obs.	Doppler post-op.	A° contrôle	Interv.		Débit -avant -après	Concordance Fiabilité
	16	Bonne per- méabilité +stén. intracran.	Thromb.syl- vienne Gche pré-existen- te	+		Moyen 90 ----> 200	++
	17	Bonne per- méabilité	o	+		Moyen 130 ----> 200	++
	18	Très bonne perméabil.	o	+		Très bon 140 ----> 360	++
	19	Très bonne perméabil.	+ très bon- ne perméabi.	+		Excellent x12 25 -----> 300	+++
	20	Très bonne perméabil.	o	+		Très bon 140 ----> 300	++
	21	En faveur de l'athé- romatose	o	+		Amélioré mais faible 40 -----> 150	+
	22	Normal bonne per- méabilité	o	+		Moyen 100 ----> 200	++
	23	Normal Bonne per- méabilité	+ Bonne permé- abilité	+		Non mesuré	++
	24	Mauvaise perméabil. Sténose persistante	o	+		Faiblement amélioré 0 -----> 60	++

VII - TRACES SANS ARTERIOGRAPHIE

Obs. n° 25 : P... Marianne

Malade de 64 ans, hypertendue, diabétique, coronarienne, en très mauvais état général ayant présenté un accident vasculaire cérébral avec hémiparésie gauche bilatérale régressive en quelques heures.

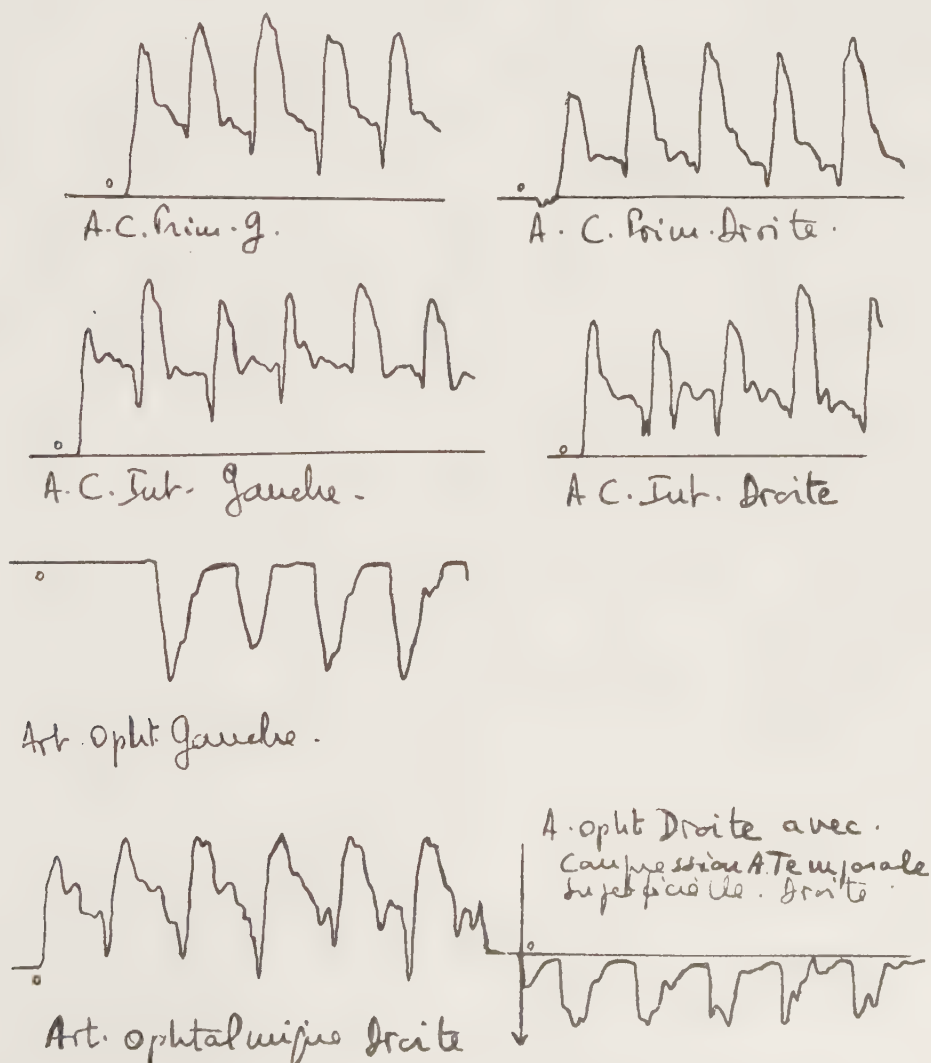
A l'examen, souffle carotidien droit.

* Le tracé Doppler montre (c.f. tracé n° 25) :

- une très nette diminution du flux diastolique dans la C.P.D.
- $R_d = 0,84$ donc augmenté
- $R_g = 0,69$ normal
- Inversion de flux ophtalmique droit qui disparaît après la compression de la temporale superficielle.

Conclusion : Tracé évocateur de sténose très serrée de

la C.I.D.



Obs. n° 26 : B... Clotilde

Malade de 73 ans aux antécédents d'hypertension artérielle ancienne. Elle présente un accident vasculaire le 21.10.1975 qui entraîne une hémiparésie droite avec aphasie spontanément régressive. Hospitalisée pour bilan.

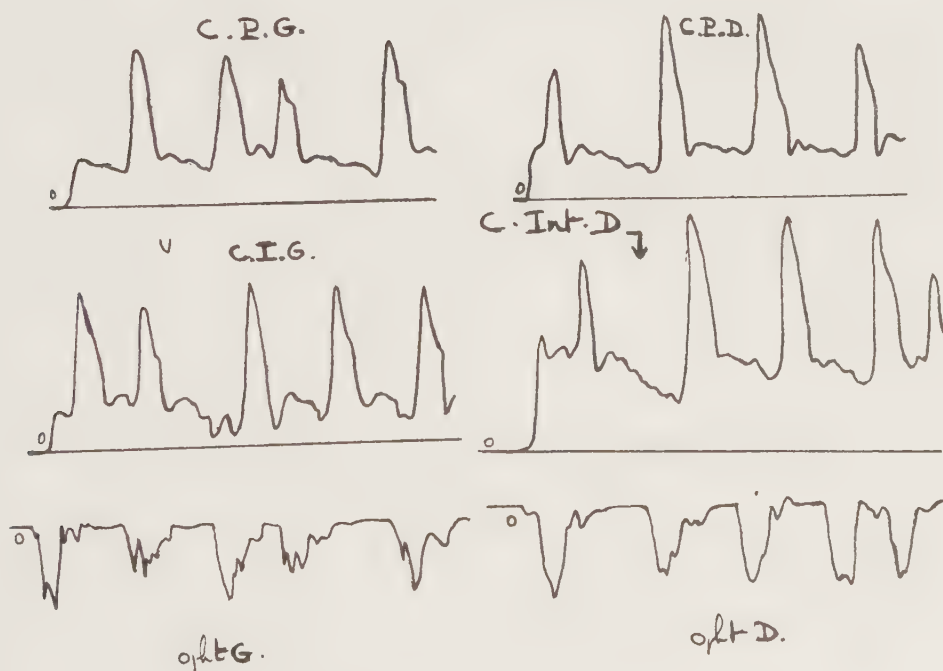
A l'auscultation, pas de souffle carotidien.

* L'E.E.G. est normal.

* Le tracé Doppler (c.f. tracé n° 16) montre :

- symétrie droite et gauche avec diminution des flux diastoliques des deux carotides primitives.
- $R_g = 0,82$ donc augmentés de façon symétrique
- $R_d = 0,84$
- diminution du flux diastolique dans la C.I.G. seulement alors qu'il est normal à droite
- pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé en faveur d'une athéromatose cérébrale diffuse avec, par ailleurs, présence probable d'une sténose en avant de l'ophtalmique.



Tracé n° 26 : B... Clotilde

Obs. n° 27 : C... Marcel

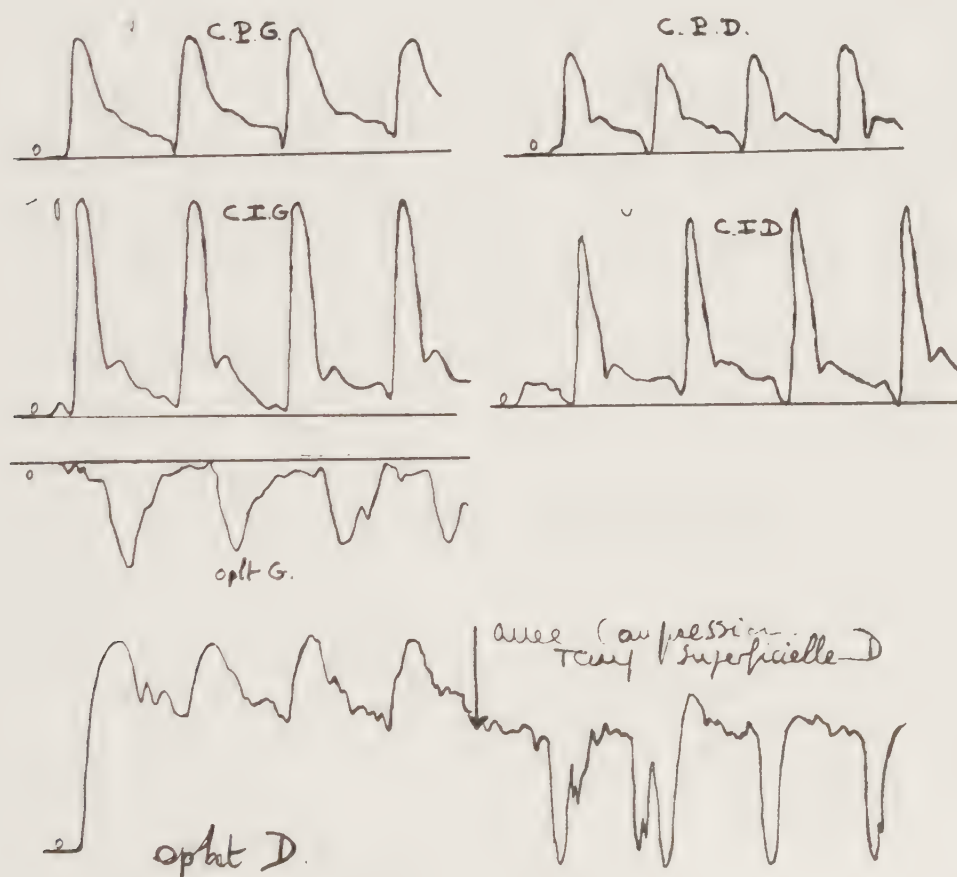
Malade de 72 ans ayant déjà présenté une hémiparésie gauche quelques années auparavant. Présente une nouvelle hémiparésie gauche à prédominance brachiofaciale. Hospitalisé pour bilan.

A l'examen, souffle carotidien droit.

* Le tracé Doppler (c.f. tracé n° 27) montre :

- Nette diminution du flux diastolique à gauche
- $R_d = 0,95$ donc très augmenté
- $R_g = 0,92$ donc augmenté
- Accélération typique au niveau de la sténose
- Inversion de flux ophtalmique droit, disparaissant à la compression de la temporale superficielle.

Conclusion : tracé évocateur de sténose carotidienne interne à l'origine très serrée mais avec athéromatose distale associée.



tracé n° 27 : C... Marcel

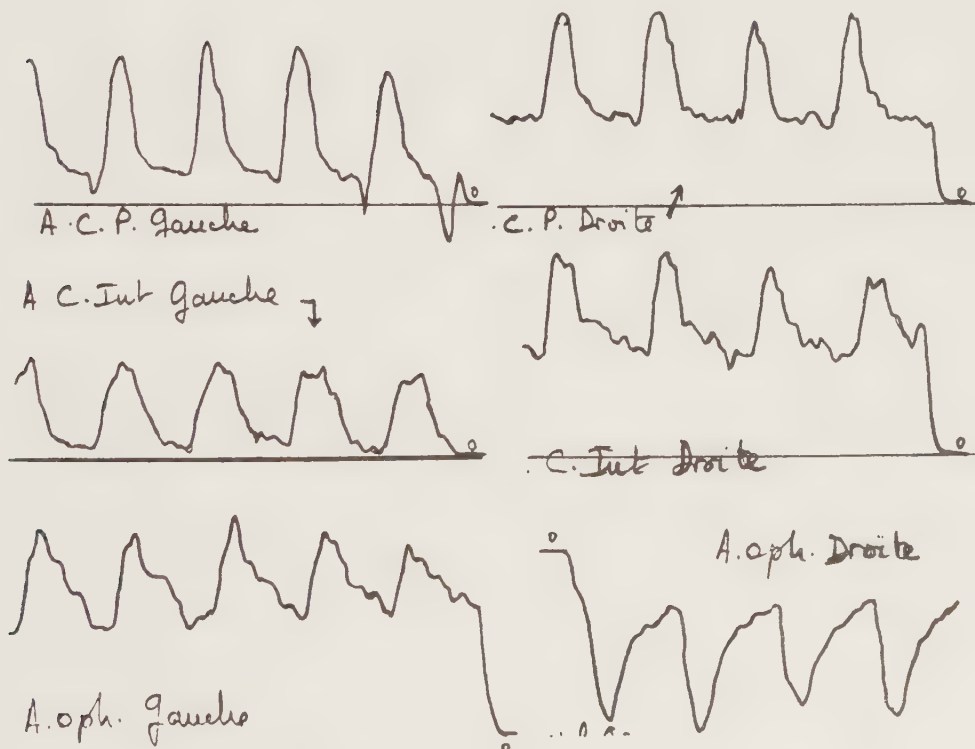
Obs. n° 28 : B... Aimé

Malade de 53 ans, hypertendu ancien, diabétique, ayant présenté une hémiparésie droite prédominante au membre supérieur avec troubles flasques brutaux et spontanément régressifs. Hospitalisation pour bilan. A l'examen, souffle carotidien gauche.

* Le tracé Doppler (c.f. tracé n° 28) montre :

- une diminution importante du flux diastolique dans la C.P.G.
- $R_g = 0,88$ donc très augmenté
- $R_d = 0,70$ donc normal
- une inversion de flux ophtalmique disparaissant à la compression de la temporale superficielle

Conclusion : ce tracé est en faveur d'une sténose carotidienne interne gauche à l'origine, très serrée.



Tracé n° 28 : B... Aimé

Obs. n° 29 : I... Paulette

Malade de 50 ans ayant présenté une hémiparésie droite avec troubles sensitifs homolatéraux, spontanément régressifs. Hospitalisée pour bilan.

A l'examen, pas de souffle carotidien gauche.

* Le tracé Doppler (c.f. tracé n° 29) montre :

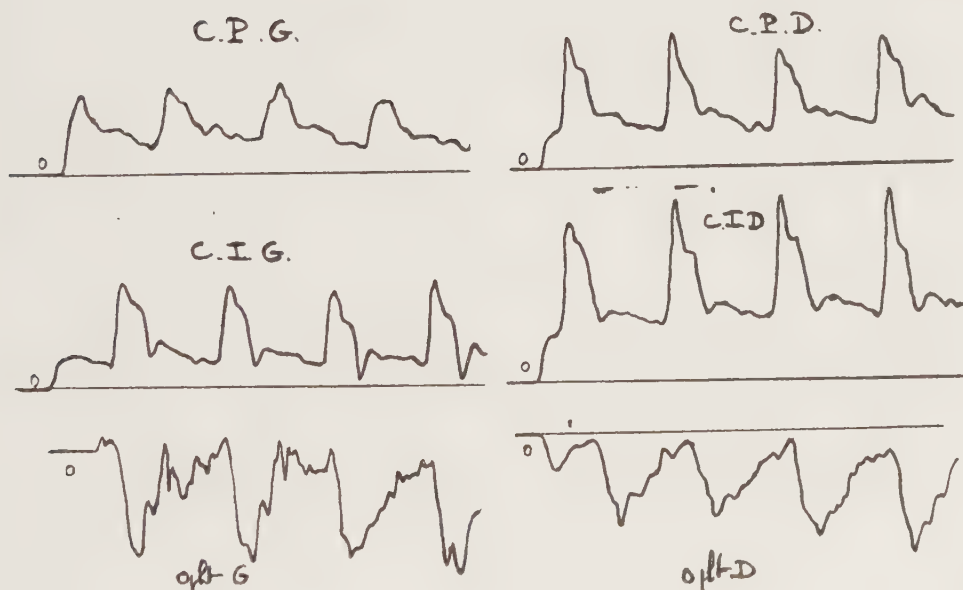
- une nette dysymétrie droite-gauche avec diminution importante des flux diastolique et systolique dans la C.P.G. et surtout dans la C.I.G.

- $R_g = 0,68$

- $R_d = 0,70$

- Pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé évocateur d'une sténose serrée de la carotide interne gauche haute en aval de l'ophtalmique.



Tracé n° 29 : I... Paulette

Obs. n° 30 : C... Marie-Louise

Malade de 77 ans, hypertendue ancienne, ayant présenté une hémiparésie gauche brutale avec paralysie faciale de type central et désorientation temporo-spatiale. Hospitalisée pour bilan.

* Le tracé Doppler (c.f. tracé n° 30) montre :

- un tracé symétrique droite-gauche avec diminution discrète des flux diastoliques au niveau des carotides primitives.

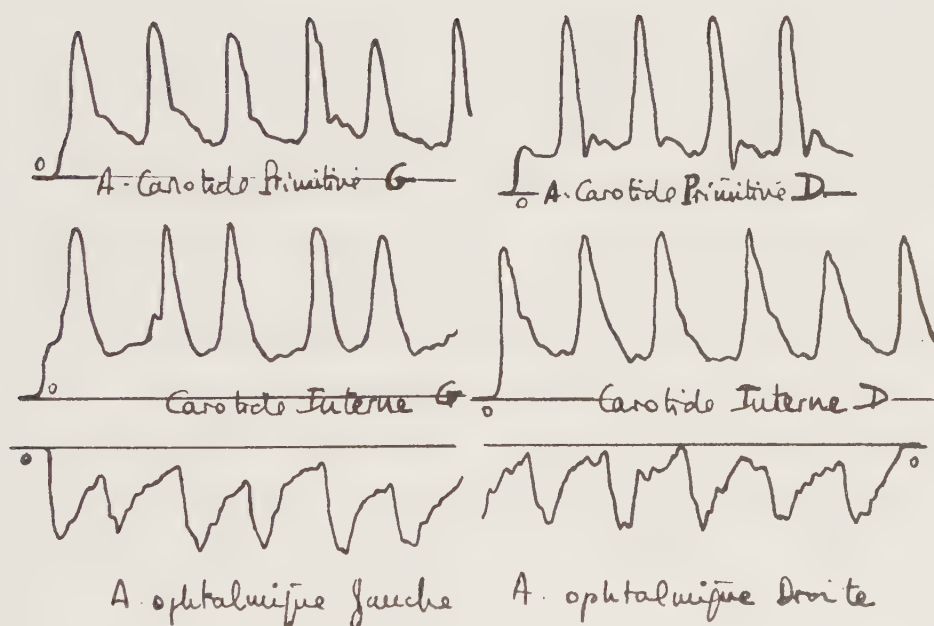
- $R_g = 0,80$

donc augmentés

- $R_d = 0,85$

- Pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé évocateur d'athéromatose distale



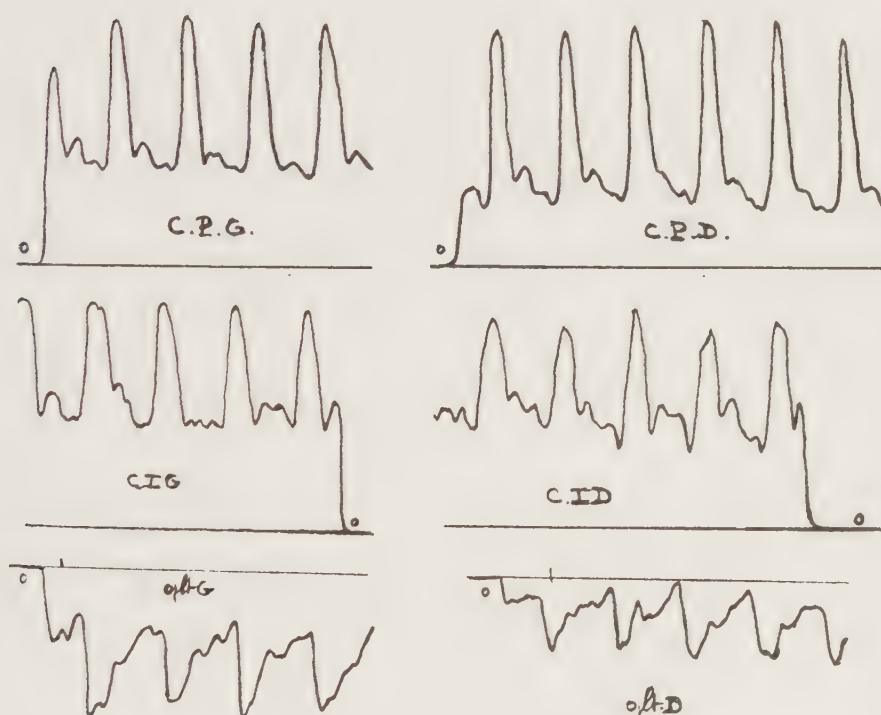
Tracé n° 30 : C... Marie-Louise

Obs. n° 31 : B... Andrée

Patiente de 50 ans se plaignant de tout un cortège de troubles : diplopie transitoire, troubles de la mémoire, vertiges, tout ceci dans un contexte dépressif majeur. Hospitalisation pour bilan.

* Le tracé Doppler (c.f. tracé n° 31) montre :

- un tracé parfaitement symétrique avec de très bons flux diastolique et systolique
 - $R_g = 0,70$
 - $R_d = 0,74$
 - Pas d'inversion de flux ophtalmique
- Conclusion : tracé parfaitement normal.



tracé n° 31 : B... Andrée

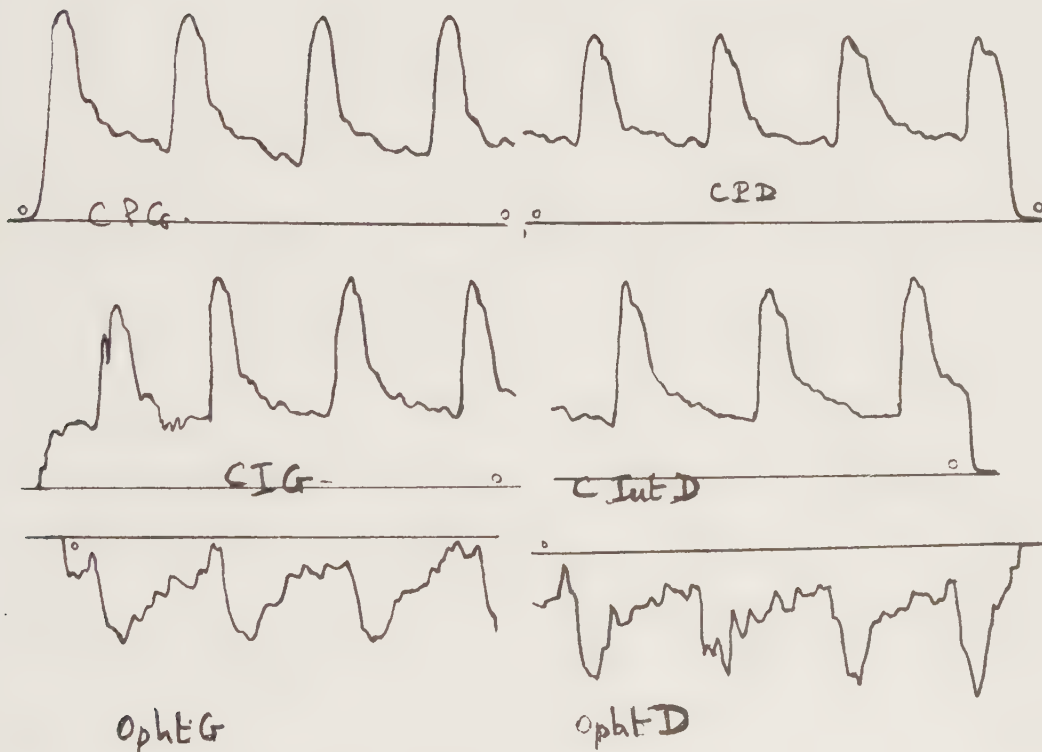
Obs. n° 32 : K... Berthe

Malade de 72 ans, sans antécédents notables. Est hospitalisée à l'occasion d'un bilan pour un syndrome Sjögren suspecté.

* Le tracé Doppler (c.f. tracé n° 32) montre :

- deux tracés droite-gauche symétriques avec bons flux diastolique et systolique
- $R_g = 0,70$ donc normaux
- $R_d = 0,64$
- pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé normal.



Tracé n° 32 : K... Berthe

Obs. n° 33 : J... Hélène

Malade de 69 ans, hospitalisée pour bilan de vertiges rotatoires.

A l'examen, on trouve un souffle carotidien.

* Le tracé Doppler (c.f. tracé n° 33) montre :

- des tracés symétriques droite-gauche avec bons flux diastolique et systolique

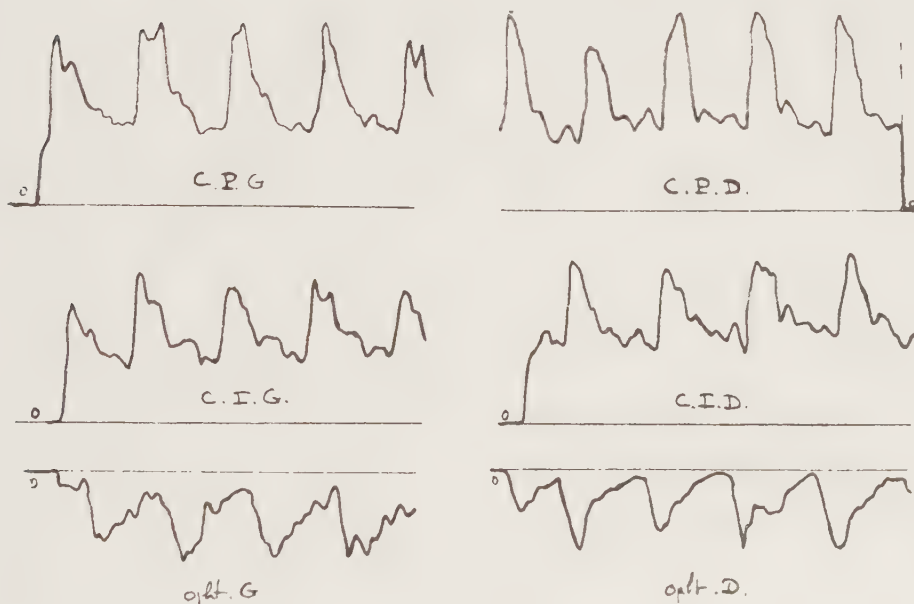
- $R_g = 0,62$

donc parfaitement normaux

- $R_d = 0,65$

- Pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : tracé parfaitement normal qui pose le problème du diagnostic très probable de souffle de transmission.



Trace n° 33 : J... Hélène

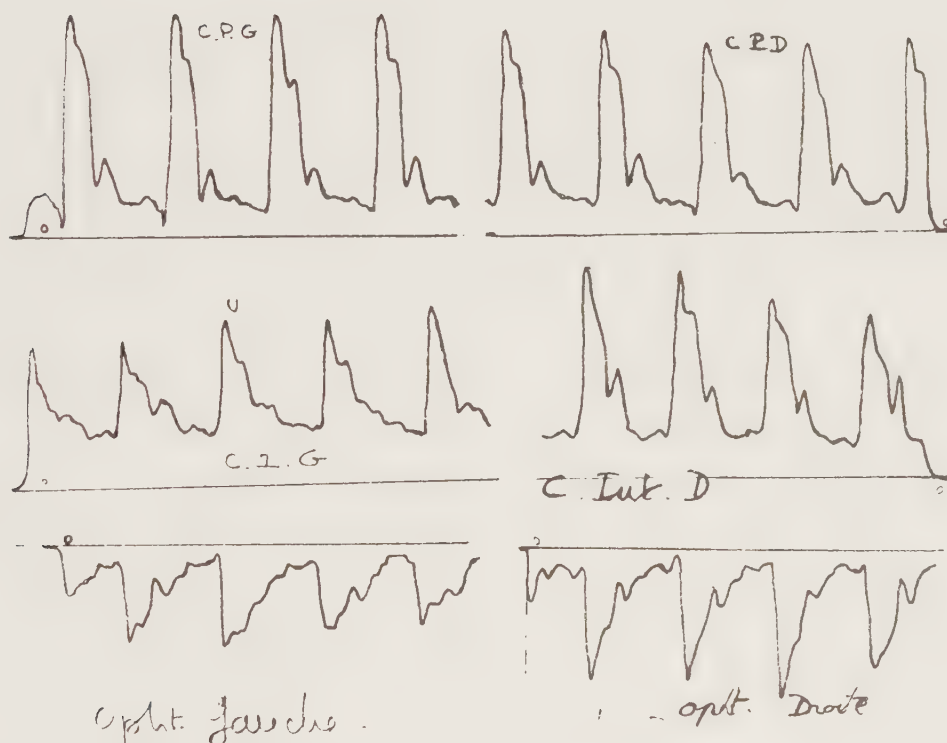
Obs. n° 34 : M... Jean

Patient de 67 ans, hypertendu ancien, ayant présenté une hémiparésie gauche spontanément régressive. Hospitalisé pour bilan.

* Le tracé Doppler (c.f. tracé n° 34) montre :

- une bonne symétrie droite-gauche avec diminution des flux diastoliques dans la C.P.
- $R_g = 0,92$ donc augmenté
- $R_d = 0,91$ donc augmenté
- Pas d'inversion de flux ophtalmique

Conclusion : le tracé est évocateur d'athéromatose distale.



Tracé n° 34 - M... Jean

COMMENTAIRES DES TRACES

1) TRACES NORMAUX : Observations n° 1,2.

Nous avons choisi deux observations où les signes d'appel orientent vers une histoire vertébrale et non carotidienne. Dans les deux cas, les tracés Doppler au niveau carotidien (pratiqués en même temps que ceux faits au niveau vertébral que nous n'avons pas présenté ici) sont parfaitement normaux ; bon flux systolique et diastolique, index de résistance normaux, pas d'inversion ophtalmique.

Les artériographies carotidiennes pratiquées dans les deux cas ne montraient aucune lésion. La concordance est donc très bonne.

2) STENOSES SANS INVERSION DE FLUX : Observations n° 3,4,5,6,7.

Ce sont 5 observations pour lesquelles il n'y eut que deux interventions carotidiennes (n° 4,6). Dans 3 cas sur 5, les données du Doppler coïncident parfaitement avec celles de l'artériographie. Dans le 4ème cas (n° 4) le tracé Doppler prouve l'existence d'une sténose serrée que n'affirmait pas l'artériographie mais que confirmait la chirurgie. Dans le 5ème cas, il y avait une tumeur associée qui, par le biais de l'hypertension intracrânienne faussait le tracé Doppler.

3) STENOSES AVEC INVERSION DE FLUX : Observations n° 8,9,10.

Ce sont 3 observations de sténoses très serrées de la carotide interne à l'origine : dans les 3 cas, les tracés Doppler sont très évocateurs et coïncident parfaitement avec les données artériographiques.

Les Dopplers post-opératoires confirment les améliorations de perméabilité, constatées en per-opératoire.

4) OBLITERATIONS AVEC INVERSION DE FLUX : Observation n° 11.

La discordance tracé Doppler-Artériographie quant au niveau exact de la lésion s'explique par l'extension de la thrombose pendant le laps de temps long de 6 jours entre les deux examens mais nous avons vu plus haut que l'artériographie est mise en défaut de façon formelle par l'examen Doppler.

5) ATHEROMATOSE DISTALE : Observation n° 12-13-14-15.

Nous avons 4 observations pour lesquelles, dans les 4 cas, les tracés ne montrent pas d'asymétrie droite-gauche, ni d'inversion de flux ophtalmique mais des index de résistance très élevés, ceci étant très évocateur d'athéromatose distale diffuse, ce qui est confirmé dans les 4 cas par l'artériographie. A noter, par ailleurs, que dans 1 cas (n° 15) la diminution du flux diastolique plus importante dans la carotide interne seulement, associée à une augmentation du flux ophtalmique gauche soupçonne l'obstacle intracrânien (en aval de l'origine ophtalmique) obstacle localisé par l'artériographie comme étant une thrombose sylvienne gauche associée à l'athéromatose.

La concordance est donc totale dans 4 cas sur 4.

6) TRACES POST-OPERATOIRES : Observations n° 16-17-18-19-20-21-22-23-24.

- Dans 6 cas sur 9, le tracé post-opératoire confirme la bonne perméabilité du côté opéré puisqu'il est normal. A noter, que sur ces 6 cas, deux malades (n° 18-19) présentaient une atteinte bilatérale avec petite plaque d'un côté et sténose serrée de l'autre avec intervention de ce côté : dans ces 2 cas, le tracé Doppler est normal du côté opéré et montre une asymétrie droite-gauche, évocatrice de plaque du côté opposé.

- Dans les 3 autres cas, l'un des tracés (n° 21) révèle une athéromatose distale préexistante à l'opération mais avec une bonne perméabilité du côté opéré et concorde en cela avec les données per-opératoires.

Le 2ème cas (n° 24) était une tentative de désobstruction qui s'avéra très difficile techniquement sur une thrombose de la carotide primitive, et le tracé Doppler qui conclut à une sténose persistante concorde avec les débits per-opératoires qui montrent une faible perméabilité.

Le 3ème cas enfin est une des limites de l'examen Doppler puisqu'il conclut à un obstacle intra-crânien sans pouvoir trancher entre thrombose de la sylvienne à l'origine ou sténose de la terminaison de la carotide interne mais il s'agissait d'une lésion pré-existante à l'intervention au niveau carotidien.

L'étude des résultats de tous ces tracés Doppler mis en comparaison avec les données de l'artériographie, de la chirurgie, des débits peropératoires et mesures de pression, montre la grande fiabilité de la méthode puisqu'il y a concordance absolue dans 20 cas sur 24 : mais sur les 4 cas restants :

- à deux reprises, le Doppler met en défaut l'artériographie puisque dans 1 cas, elle ne diagnostique pas la sténose, dans l'autre elle ne montre pas l'aggravation d'une lésion.

- une troisième fois, il ne s'agit que d'une question de niveau intra-crânien (et d'ailleurs extrêmement proches anatomiquement) et de plus sans importance en fait puisqu'il n'y a pas de sanction thérapeutique.

Nous arrivons donc à une fiabilité totale dans 23 cas sur 24, soit 96 %. Dans le dernier cas, nous expliquons la discordance.

IL N'Y A PAS DE DISCORDANCE INEXPLIQUEE.

7) TRACES SANS ARTERIOGRAPHIE : Observations n° 25-26-27-28-29-30 31-32-33-34.

Si l'on considère maintenant les tracés pour lesquels il n'y a pas eu d'artériographie, nous avons les résultats suivants :

- 3 tracés normaux (obs. n° 31-32-33)
- 4 sténoses serrées (obs. n° 25-27-28-29)
- 3 tracés d'athéromatose distale (obs. n° 26-30-34)

L'un des points intéressants de ces observations est de comparer les données Doppler par rapport au critère clinique important qu'est le souffle carotidien : dans 3 cas sur 4 de diagnostic de sténose serrée au Doppler, nous avons 1 souffle carotidien à l'examen clinique. Dans le 4ème cas de sténose serrée, il n'y a pas de souffle mais nous savons que si l'existence d'un souffle carotidien réel est synonyme de sténose serrée, la réciproque n'est pas toujours vraie.

Dans les trois cas d'athéromatose distale, il n'y a pas de souffle carotidien à l'examen mais il y a un contexte clinique évocateur d'artériosclérose.

Enfin, dans les trois cas de tracés normaux, il y a une observation de souffle carotidien (?) qui pose le problème de la probabilité très grande de l'existence d'un souffle de transmission d'origine valvulaire. La fiabilité de l'examen Doppler est très grande puisque la concordance a lieu dans 9 cas sur 10.

DISCUSSION

Les avantages et les inconvénients de la méthode ultrasonographique sont résumés dans le tableau suivant :

<u>AVANTAGES</u>	<u>INCONVENIENTS</u>
. Inocuité . Rapidité (15 mn) . Répétitivité (théoriquement illimitée) . Absence d'aggravation iatrogène des lésions pré-existantes . Fiabilité qualitative . Coût de l'examen	. Absence de données quantitatives . Impossibilité de localisation précise du siège de la sténose au delà des portions accessibles à la sonde . Absence de visualisation anatomo-pathologique de la lésion

D'OU LA PLACE DE L'EXAMEN DOPPLER :

- Dépistage d'une lésion carotidienne ---> indication du bilan angiographique.
- Surveillance évolutive :
 - . immédiate :
 - Thrombose post-opératoire ---> anticoagulant (?)
 - > artério. de contrôle (?)
 - . secondaire :
 - Sténose persistante ou thrombose ?
 - > bilan angiographique
 - . tardives :
 - Dépistage des lésions des autres territoires vasculaires.

I - LA PLACE DE L'EXAMEN ULTRASONOGRAPHIQUE

- A - L'INTERET DU DOPPLER DANS LE DEPISTAGE

L'indication d'un bilan hémodynamique ultrasonographique doit être posée chez tout malade présentant un tableau clinique orientant vers une pathologie carotidienne :

- . Pour certains, l'indication sera facile parce qu'il s'agit d'un tableau neurologique transitoire évocateur avec la présence d'un souffle carotidien ;

- . Pour d'autres, qui présentent un tableau atypique avec absences de souffle carotidien et même parfois absence de signes cliniques, il faudra savoir poser l'indication du Doppler dans le cadre d'un bilan d'athéromatose.

Les tracés que nous avons réalisés nous permettent de dire que le retentissement hémodynamique objectivé au Doppler apparaît sur le plan évolutif AVANT l'apparition d'un souffle carotidien et des premiers signes cliniques ; dans ce cas, cet examen anodin qui permet un dépistage précoce et infraclinique pourrait être envisagé à titre d'examen systématique (bilan de santé, check up...)

Cet aspect de l'utilisation du bilan hémodynamique ultrasonographique dans le dépistage de la lésion carotidienne représente un signal d'alarme qui doit faire poser ou surseoir l'indication d'un bilan angiographique.

- B - L'INTERET DU DOPPLER DANS LA SURVEILLANCE EVOLUTIVE

Il s'agit d'un examen parfaitement anodin, très bien toléré et qui se prête sans problème à des contrôles répétés. Il permet une très bonne appréciation de la reperméabilité des artères désobstruées et il montre à ce sujet une grande fiabilité puisqu'elle se chiffre à 96 %.

Le problème de la surveillance post-opératoire se décompose en surveillance immédiate, secondaire, tardive :

. La surveillance immédiate

Le problème que se pose le chirurgien est celui de la perméabilité de l'artère désobstruée. Le plus souvent, l'examen Doppler permet de savoir si le courant sanguin passe ou ne passe pas dans l'artère intéressée. Mais, il faut reconnaître que dans cette période post-opératoire immédiate, la région de la bifurcation carotidienne et la cicatrice sont le siège d'une inflammation importante et parfois, d'un petit hématome ce qui gêne la perception du signal, la réalisation du tracé et l'interprétation du résultat.

Aussi, dans cette période post-opératoire immédiate, l'examen ultrasonographique ne permet pas de se passer du contrôle angiographique en cas d'aggravation immédiate du malade.

. La surveillance secondaire

L'indication de l'examen Doppler se trouve posée dans la surveillance et le dépistage des sténoses ou thromboses secondaires ; il permet d'apprécier l'opportunité de la poursuite ou de l'arrêt du traitement anticoagulant.

. La surveillance tardive

Le malade qui a été opéré d'une lésion athéromateuse carotidienne est donc suspect de présenter d'autres lésions dans d'autres territoires. Aussi, l'indication de l'examen ultrasonographique sera-t-elle systématique vis à vis de la carotide controlatérale en particulier, et pour l'appréciation de la résistance du réseau intra-crânien.

De plus, la surveillance de la carotide opérée bénéficie de l'examen ultrasonographique pour le dépistage d'une insuffisance circulatoire d'origine carotidienne persistante : elle devrait imposer un bilan angiographique et pourrait faire poser une éventuelle indication de revascularisation cérébrale par anastomose extra-intra-crânienne.

Enfin, l'étude des tracés pendant cette période post-opératoire nous permet de dire que la présence d'un flux ophtalmique inversé impose une indication formelle de contrôle angiographique. Par contre, la disparition de l'inversion de flux ophtalmique, si

elle était présente avant l'intervention, et l'absence prolongée de cette inversion de flux permet de faire un bon pronostic sur la désobstruction carotidienne et ainsi de surseoir à un bilan angiographique en attendant la fin de la période où le malade est sous anticoagulants.

II - DISCUSSION DES RESULTATS

Nos résultats prouvent la très grande fiabilité de notre méthode. Nous avons bien mis en évidence la signification du flux diastolique, l'importance de l'index de résistance et celle du sens de circulation ophtalmique.

En ce qui concerne les tracés Doppler au niveau vertébral pratiqués dans quelques cas d'observations en même temps qu'au niveau carotidien, nous avons rencontré les plus grandes difficultés pour les obtenir du fait des repères plus difficiles et leur relative difficulté d'interprétation. A ce niveau, la fiabilité est beaucoup moins grande qu'au niveau carotidien et l'artériographie semble indispensable pour le diagnostic de sténoses ou thromboses vertébrales.

A titre de comparaison, KRISTENSEN (29) montre aussi la grande fiabilité de la méthode ; sur une statistique plus importante (143 tracés comparés à l'artériographie) il montre que, si la méthode Doppler était la seule pour sélectionner les candidats à l'artériographie, il y aurait 5 % de patients opérables oubliés.

H.R. MULLER (36), pour sa part, montre l'importance du sens du flux ophtalmique dans le diagnostic de sténose serrée mais insiste sur le fait que le degré de sténose n'est pas le seul facteur qui entre en jeu ; il faut tenir compte des variations anatomiques des anastomoses.

L. POURCELOT (46) a utilisé la thermographie de la face en parallèle avec l'examen par effet Doppler et montre que cette méthode renseigne sur l'asymétrie des débits ophtalmiques et des branches de la carotide externe et sur l'éventuelle participation de ces dernières à une revascularisation du territoire ophtalmique.

L'ophtalmodynamométrie se propose de mesurer la chute de pression existante entre le début de la carotide interne et ses branches terminales, en l'occurrence l'artère ophtalmique. En cas d'obstacle sur la carotide interne, ce gradient peut être considérable. En cas de lésion unilatérale, ce gradient ne sera modifié que d'un côté.

Dans 80 % des cas de sténoses ou d'occlusions carotidiennes il existe des signes d'ophtalmodynamométrie significative (15) ; cette mesure facile et simple permet de s'assurer que la reperméabilisation est obtenue et se maintient ; en cas de réocclusion, elle peut représenter un signe majeur et précoce.

Enfin, J.C. MAARON (30) a comparé les résultats de l'ophtalmodynamométrie à ceux de l'ophtalmo-sonométrie (soit application de l'effet Doppler au niveau ophtalmique) ; il montre la supériorité de cette dernière du fait de l'absence totale de contre-indication alors que l'ophtalmo-dynamométrie est contre-indiquée dans les cas d'occlusion de l'artère centrale de rétine, ou de glaucome.

CONCLUSION

L'application de la méthode ultrasonographique déjà bien connue dans sa théorie et sa pratique pour la circulation périphérique ; nous la présentons à l'étude de l'insuffisance circulatoire d'origine carotidienne.

A l'aide des tracés réalisés sur 34 malades et des tracés présentés dans la littérature, nous définissons les critères qui permettent d'établir le diagnostic de sténose ou de thrombose carotidienne : mesure de l'index de résistance, appréciation qualitative des flux systoliques et diastoliques, détermination du sens de circulation dans les anastomoses des carotides internes et externes.

Ayant exposé les avantages et les inconvénients de l'examen hémodynamique ultrasonographique, nos résultats nous permettent de cerner la place de cet examen :

1° - Dans le dépistage, facile grâce à cette méthode inoffensive, atraumatique, rapide, répétitive à tous les stades cliniques et même infracliniques et qui permet ainsi de poser l'indication d'un bilan angiographique pour visualiser la lésion anatomique ;

2° - Dans la surveillance post-opératoire où se pose l'opportunité de la poursuite d'un traitement anticoagulant d'une-part et du bilan angiographique de contrôle d'autre-part, immédiat ou différé selon l'appréciation de la perméabilité artérielle par les ultra-sons.

Notre étude qui a fait appel aux autres méthodes d'exploration de l'insuffisance circulatoire d'origine carotidienne (artériographie, prise de pression intra-artérielle et mesure des flux quantitatifs par sonde électromagnétique) et aux constatations cliniques et anatomopathologiques, nous a permis d'apprécier la très grande fiabilité de la méthode. Nous trouvons une fiabilité

de 96 % par rapport aux données des autres méthodes d'exploration.
 Cette fiabilité est confirmée par d'autres auteurs.

Le Président de la Thèse

VU et PERMIS D'IMPRIMER

LYON, le 27 1970

Le Président de l'Université
 Claude-Bernard LYON I

Le Directeur
 de l'U.F.R. LYON-NORD

Professeur J.P. GARIN

Professeur D. GENIVAIN

BIBLIOGRAPHIE

I - SUR LA CIRCULATION et LE DEBIT CEREBRAL

. KETY S.S., SCHMIDT L.F.

The nitrous oxyde method for the quantitative determination of cerebral blood in man : theory procedure and normal values.

J. Clin. Invest. 27, 476-483, 1948.

. INGVAR et Coll.

Normal values of regional cerebral blood flow in man including flow and weight estimates of gray and white matter.

Inter. Symp. Hund. Acta neurol. Sand suppl. 14, 39-45, 1965.

. LAZORTES G.

Vascularisation et circulation cérébrale.

Paris - Masson & Cie - 1961.

. LAZROTHES Y.

Contribution à l'étude des débits sanguins cérébraux locaux : Techniques et application clinique. Methode par injection intraparenchymateuse de Xenon 133.

Thèse Médecine - Toulouse 1967.

. KRISTENSEN J.K.

Electromagnetic studies of the blood flow through the carotide system in man.

Neurology Minneap. 12-20, 1962.

. MIYAZAKI

Effects of various agent on cerebral circulation studied by U.S. Doppler technic in man cerebral blood flow.

International Symposium MAINZ - April 1969, 10-12

Berlin springer Verlag p. 59 - 1969.

II - BIBLIOGRAPHIE DES STENOSES CAROTIDIENNES

- 7 . AIMARD G., GOUTELLE A.
Sténose et oblitération de l'artère carotide.
CML T43 n° 14, 20 mai 1967, 1219-1234.
- 8 . CASTAIGNE P., LHERMITTE F. et GAUTHIER J.C.
Physiopathologie des accidents ischémiques cérébraux.
Rev. Prat. 12, 1960, 3705-3707.
- 9 . DEROUESNE C.
Les embolies cérébrales d'origine cardiaque.
Rev. Prat. Avril 1970, T XX, n° 12, 1883-1898.
- 10 . GOUTELLE A., WERTHEIMER P., ALLEGRE G.E., SCHOTT B., AIMARD G., MICHEL D. et RAVON R.
Traitement chirurgical des sténoses et des thromboses carotidiennes.
Neurochirurgie 1970, T 16, n° 3, 203-212.
- 11 . GOUTELLE A.
Indications d'urgence dans la chirurgie carotidienne.
Rapport 75ème Congrès Français de Chirurgie de PARIS, septembre 1973.
- 12 . LABAUGE R. et THEVENET A.
A propos de la désobstruction d'urgence des occlusions carotidiennes aiguës.
Rev. Neurol. 1968, 118, n° 1, 64-66.
- 13 . MATHIS J.
Thèse LYON, année 1974, n° 84 (importante bibliographie).
- 14 . MICHEL D., AIMARD G., GOUTELLE A., BOCHU M., GRATADOU G.
Une série de onze observations de thrombose bilatérale de la carotide interne.
J.M.L., 5 janvier 1971, 5-61.
- 15 . NATALI J., THEVENET A., CARON J.P., GOUTELLE A.
La chirurgie des artères carotides et vertébrales dans leur segment extra-crânien.
J. Chir. Juillet-Août 1973, 7, 106, n° 1-2, 157-176.
- 16 . PERRIN G., GOUTELLE A., PIERLUCA P., DAHER C., RAVON R.
L'embolie carotidienne extra-crânienne.
Communication à la Société de neuro-psychiatrie médico-sociale de la région Rhône-Alpes - LYON Mai 1974.

17 . THEVENET A.

La chirurgie carotidienne dans l'insuffisance circulatoire cérébrale
C.M.L. 1969, vol. 45, n° 12, 1275-1288.

18 . WERTHEIMER P.

La chirurgie des artères carotides et vertébrales dans leur segment
extra-crânien.

C.M.L. vol. 50, n° 11, 15 mars 1974, 951-958.

BIBLIOGRAPHIE

III - DE L'UTILISATION DE L'EXAMEN ULTRA-SONOGRAPHIQUE AU NIVEAU DE LA CIRCULATION CAROTIDIENNE

- 19 . BRINKER R.A., LANDNISS D.J. and CROLLEY T.F.
Detection of carotid artery bifurcation stenosis by Doppler ultrasound.
J. of Neurosurg. 27, 143-148, 1968.
- 20 . BUSSE R. et al
Usability of the ultrasound Doppler flow-velocity measurement for the diagnosis of carotid stenoses.
Z KARDIOL 63, 8, 755-67, Aug. 74 (Eng. Abst.) (Ger).
- 21 . FRANKLIN D.L., SCHLEGEL W., RUSHMER R.
Blood flow measured by Doppler frequency shift of back-scattered ultrasound.
Science 134, 564, 1961.
- 22 . GEORGE P., POURCELOT L., FOURCADE C., GUILLAUD C. et DESCOTTES J.
Effet Doppler et mesure du débit sanguin.
C.R. Acad. Sci. PARIS, 261, 253-256 (1965).
- 23 . HYMAN B.N.
Doppler sonography : a bedside noninvasive method for assessment of carotid artery disease.
AM J OPHTHALMOL. 77, 227-231, Feb. 1974.
- 24 . KATO K.
Mem. Inst. Sc Osaka University 19. 51-57, 1962.
- 25 . KELLER H. et al
Doppler ultrasonography : a non-invasive examination method in the diagnosis and therapeutic control of carotid artery stenosis.
SCHWEIZ MED WOCHENSCHR 104, 37, 1281-1291, 14 Sep. 1974 (Eng. Abst.) (Ger.).
- 26 . KELLER H. et al
Doppler ultrasound sonography in the diagnosis of occlusions and stenoses of the carotid arteries with paradoxical or absent neurological findings (author's transl.).
J. Neurol. 207, 3, 211-226, 1974 (Eng. Abst.) (Ger.)
- 27 . KELLER H. et al
Carotid artery stenosis and occlusions. Diagnosis by percutaneous ultrasound Doppler sonography at the supraorbital or supratrochlear artery.
Dtsch. Med. Wochenschr. 98, 1691-1698, 14 sept. 1973, (Eng. Abst.) (Ger.)

- 28 . KRIEBEL J. et al
Directional Doppler sonography in stenoses and occlusions of the internal carotid artery.
Med. Welt. 26, 49, 2204-2206, 5 déc. 1975 (Ger.)
- 29 . KRISTENSEN J.K., EIKEN M., VON WOWERN F.
Ultrasonic diagnosis of carotid artery diseases.
J. Neurosurg. 35, 40-44, juillet 1971.
- 30 . MAARON J.C., PIERONI D.W., CAMPBELL R.L.
Ophthalmosonometry and U.S method for assessing carotid blood flow.
J. Neurosurg. 30, 238-246, 1969.
- 31 . MAC LEOD F.D.,
A directionnal flowmeter. Digest of the Int. conf. Med. and Biol. Engng., p. 213, Stockholm 1967.
- 32 . MAMO II et SYLAZ J.
Données actuelles sur le débit sanguin.
Rev. Prat. 1971, 21, p. 14.
- 33 . MANABU, MIYAZAKI
Measurement of cerebral flood flow by ultrasonic Doppler technique
Jap. Circul. J. 32, 1003-1009 (1968)
- 34 . MILLERET R.
Le sthétoscope vasculaire X à ultra-sons. Un regard nouveau sur la pathologie artérielle et veineuse.
Thèse Lyon 1974. Ediprin Editeur. p. 7-25.
- 35 . MOZERSKY D., KOHANSON E., BAKER D.W., SUMMER D.S., ans STRANDNESS D.E
Ultrasonic arteriography,
Arch. Surg., 103, 663-667, 1971.
- 36 . MULLER H.R.
Directionnelle Doppler-sonographie der arteria frontalis medialis.
Zeitung E.E.G. E.M.G. 1971, I, 1, 24-32.
- 37 . MULLER H.R.
The diagnostis of internal carotid artery occlusion by directional Doppler. Neurology, Sonography of ophtalmic artery 1972, 22, 816-823.
- 38 . MULLER H.R.
Directional Doppler Sonography. A neurotechnique to demontrate flow reversal in the ophtalmic artery.
Neuroradiology, 1973, 5, 91-94.

- 39 . PLANIOL T., ITTI R., POURCELOT L., GROUSSIÉ P.,
Etude de la circulation carotidienne par les méthodes physiques
externes. Résultats dans les occlusions.
Nouvelle Presse Médicale, 1973, 45, 3030-3036
- 40 . PLANIOL T., POURCELOT L.
Etude de la circulation carotidienne au moyen de l'effet Doppler.
Traité de Radiodiagnostic. Neuro-radiologie, Tome 13, 439-454,
MASSON Edit. Paris 1972.
- 41 . PLANIOL T., POURCELOT L.
Etude des troubles de la circulation cérébrale par effet Doppler.
Aktuelle probleme in der angiologie : 25 c 1974 ; 50-57.
- 42 . PLANIOL T., POURCELOT L., GARNIER G.
Principales applications diagnostiques de l'effet Doppler.
Revue de Médecine de Tours, 1970, 4, 6, 537-561.
- 43 . PLANIOL T., POURCELOT L., ITTI R.
La circulation carotidienne et cérébrale. Progrès réalisés dans
l'étude par les moyens physiques externes. Principes, enregistrements
normaux, paramètres adoptés.
Nouvelle Presse Médicale, 1973, 2, n° 37, 2451-2456.
- 44 . PLANIOL T., POURCELOT L., ITTI R.
Radio-isotops, ultrasons et thermographie dans le diagnostic des
troubles circulatoires cérébraux.
Revue d'E.E.G. neurophysiol., 1974, 4, n° 2, 221-236.
- 45 . PLANIOL Th., POURCELOT L., POTTIER J.M., DEGIOVANNI E.,
Etude de la circulation carotidienne par les méthodes ultrasoniques
et la thermographie.
Revue Neurologique, 126-127-141 - Paris 1972.
- 46 . POURCELOT L.
Publication présentée au séminaire technologique Inserm Centre
d'Etudes des Techniques Chirurgicales.
Hôpital BROUSSAIS. 7.11.oct. 74 Applic. techn. de l'exam. Doppler
transcutané.
- 47 . POURCELOT L.
Nouveau débitmètre sanguin à effet Doppler.
Premier Congrès Mondial sur le diagnostic ultrasonore en médecine
Vienne (Autriche) 2-7 juin 1969.
- 48 . POURCELOT L.
Indication de l'ultrasonographie Doppler dans l'étude des vaisseaux
périphériques.
Revue du Praticien 1975, 25, 59, 4671-4680.

- 49 . RUSHMER P.F., BAKER D.W. and STEGALL H.F.
Transcutaneous Doppler flow detection as a non destructive technique.
J. appl. physiol. 21, 554-556, 1966.
- 50 . SATOMURA S.
Ultrasonic bloodreography 3 RD.
Int. Conf. Med. Elct. LONDON 1960.
- 51 . SINDERMAN F.
Angiographische und klinische bedeutung der kollateralen bei Verschluss der A. carotis interna.
Arch. Psychiat. Neurol. 209, 207-226 (1967)
- 52 . STRANDNESS D.E. and BAKER D.W.
Advanced Doppler technology in the study of vascular dynamics.
Réf. 16th annual meeting of the Amer. Inst. of ultrasound in Med. Denver, Col., oct. 19-22, 1971.
- 53 . VELOCIMETRIE Ultrasonore Doppler : Séminaire INSERM, Paris 1974,
7-11 octobre, Edition Inserm Paris.
- 54 . BEZIAT J.L., GOUTELLE A., PIERLUCA P., PERRIN G.
Illustration de l'utilisation de l'effet Doppler dans l'étude de l'hémodynamique des gros vaisseaux à destinée encéphalique.
Serv. de Neurochir. "C" Hôpital Neurologique - LYON 3ème.
Présenté à la Société de Neuro-Psychiatrie de la région Rhône-Alpes en septembre 1974.

I. C. VAUBECOUR
l'Imprimerie des étudiants lyonnais
11 et 13 Rue Vaubecour
LYON 69002 - Tél. 42 - 45 - 85

I. C. VAUBECOUR
l'Imprimerie des étudiants lyonnais
11 et 13 Rue Vaubecour
LYON 69002 - Tél. 42 - 45 - 85